SKELET STUURT DE STOFWISSELING AAN

WETENSCHAP IN BEELD

NU SLECHTS € 2,95

NR. 7/2011
PRIJS: € 4,95

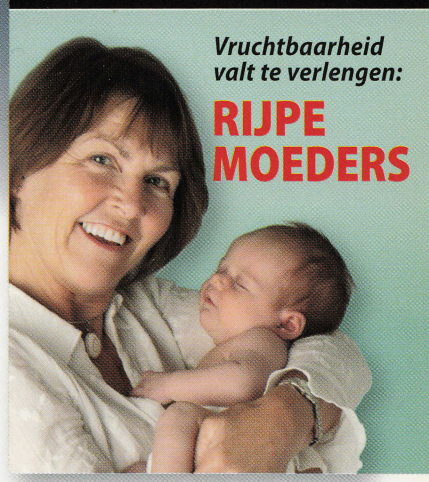
De grootste cultuurschatten worden gescand, zodat we ze digitaal kunnen bewaren:

ERFGOED IN 3D

Vliegtuig anno 2050

Vliegende fantasie!

Kansen voor kinderlozen



Vruchtbaarheid valt te verlengen:

RIJPE MOEDERS

Altijd strijd

Van de rat gaan we het nooit winnen

Bouwwoede op Antarctica

Bases schieten uit het ijs:

IJskoud eldorado voor wetenschap

Q&A

- *Wat gebeurt er als je voet slaapt?*
- *Hoe ontstaat zuurstof op aarde?*
- *Kan een neutronenster eeuwig leven?*
- *Hoe snel remt een supertanker?*

BP 8 711273 991842 01107

WWW.WIBNET.NL

WELKOM

Tien jaar geleden vierde de genetica feest, omdat het menselijke genoom in kaart was gebracht. Het was een sensatie, die zelfs nog eerder kwam dan de wetenschappers hadden voorspeld. Sindsdien is de ontwikkeling in een stroomversnelling terechtgekomen. Inmiddels zijn er duizenden genomen in kaart gebracht, van mensen uit alle werelddelen – en daarmee is het onderzoek naar ons erfelijk materiaal in een nieuwe fase beland. Het inzicht in onze genen biedt uiteraard medische perspectieven, maar het gaat nog veel verder. Als genetici kleine verschillen in genomen overal ter wereld bestuderen, kunnen ze de ontwikkeling van de hele mensheid achterhalen.

Onze gezamenlijke geschiedenis ligt besloten in onze genetische erfenis. Deze kan verklaren waarom we verschillend zijn, wat ons bindt als soort en wat ons tot mensen maakt. Lees het artikel over de genetische vorderingen op pagina 54.

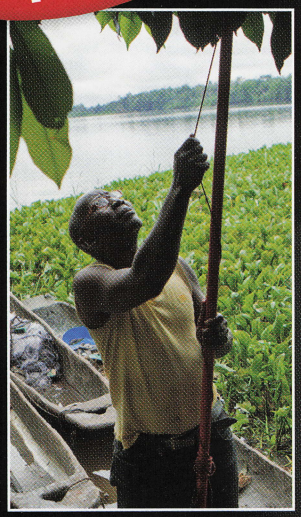
Andrea Voigt

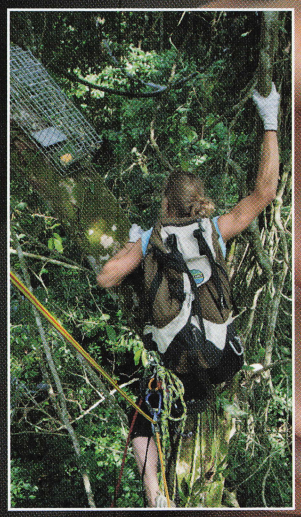
Andrea Voigt,
redacteur Nederland en België

NIEUW DOEL VOOR GENETICI

Tien jaar na registratie van ons eerste genoom is het doel nu overzicht te krijgen over onze hele soort. **Pagina 54**

Expeditie

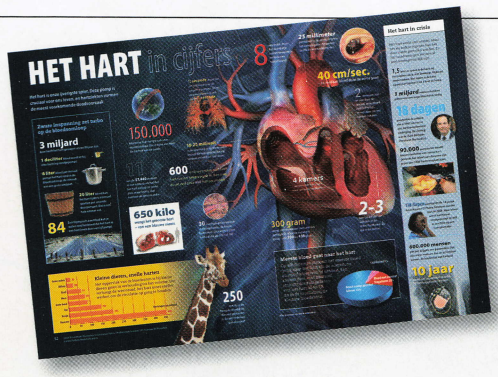




Congo na 50 jaar herontdekt

67 onderzoekers trokken eropuit voor de grootste wetenschappelijke expeditie naar Congo in 50 jaar. Vele ontdekkingen stonden hun te wachten. **Pagina 46**

KRIS PANNECOUCKE



Het hart in cijfers:

150.000

kilometer lang is de kringloop die het hart van bloed voorziet. Dat is vier keer de omtrek van de aarde. **Pagina 68**

ALLAN HØJEN

Eerst plaatsnemen, dan pas boarden

Meer comfort, effectiviteit en ervaring voor je geld: dat is de winst voor passagiers van het vliegtuig van de toekomst. **Pagina 42**

ALAMY

Worm kan kinderlozen helpen

In experimenten hebben wetenschappers de vruchtbare periode van een rondworm weten te verlengen. Deze nieuwe kennis kan van pas komen voor vrouwen die op latere leeftijd nog kinderen willen. **Pagina 40**

ARCHIEF

- **Doder van Billy the Kid maakte hem onsterfelijk**
- Dienstmeisjesdroom van 1880: wasmachine met zwengel
- Watermonsters zijn normaal
- Racistisch medicijn te koop in Amerikaanse Burgeroorlog

Pagina 74

CORBIS/POLFOTO

CYARK • AIRBUS • NASA • R. FOBERT, INTERNATIONAL POLAR FOUNDATION

4 Q & A
De wetenschap beantwoordt lezersvragen

10 GESPOT
De foto waar alle fotografen van dromen

12 NIEUWS
Internationale onderzoeken en ontdekkingen

17 TECHNIEK
De nieuwste vondsten en producten

20 Wereldcultuurerfgoed voor altijd in 3D

28 Ons skelet stuurt de stofwisseling aan

32 THEMA Op weg naar Mars: verovering

40 Worm kan kinderloze vrouwen helpen

42 Luchtvaartingenieurs laten fantasie vliegen

46 Congo herontdekt in grote expeditie

54 Genetische verschillen in kaart gebracht

60 Antarctica krijgt nieuwe onderzoeksbases

68 Het hart in duizelingwekkende cijfers

70 Van de rat zullen we het nooit winnen

74 ARCHIEF
Raadsels, rampen en doorbraken van toen

78 TEST
Logische doordenkers en parate kennis

80 CONTACT
Lezersbrieven en commentaar

83 TOT ZIENS
Vooruitblik op de volgende Wetenschap in Beeld

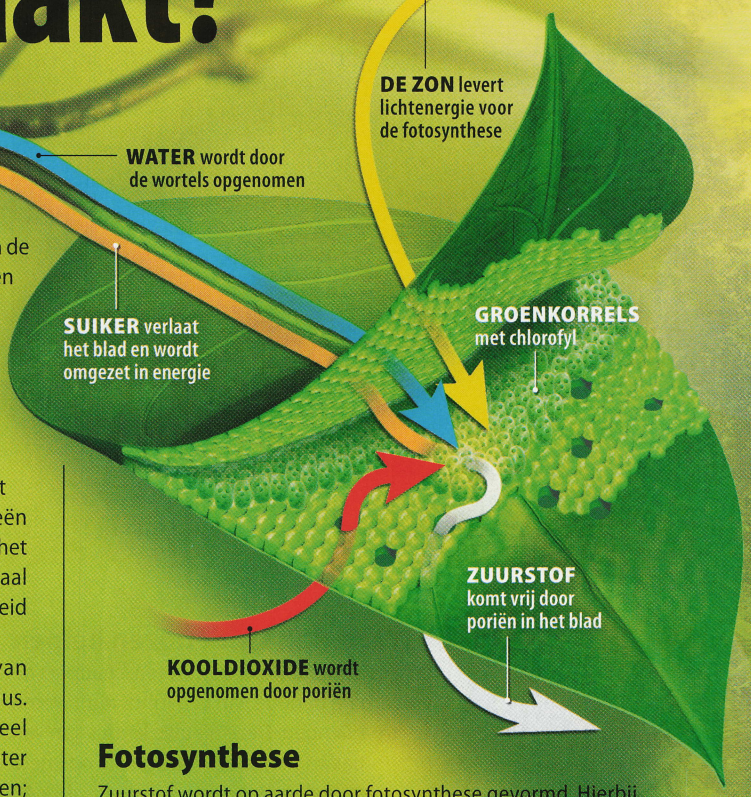
Hoe wordt zuurstof op aarde gemaakt?

Klopt het dat algen een groot deel van de zuurstof op aarde produceren?

Zuurstof wordt gevormd door middel van de fotosynthese bij planten en algen, en aan de hand van de groei van de planten valt te berekenen hoe veel zuurstof er vrijkomt. Omdat je een bos of de algen in een bepaald stuk water moeilijk kunt wegen, wordt de groei bepaald aan de hand van wiskundige modellen.

Volgens deze berekeningen wordt elk jaar 280 miljard ton zuurstof gevormd op aarde. 46% daarvan wordt in zee gevormd, en 54% op het land. Dat betekent echter niet dat 46% van de zuurstof die de atmosfeer in gaat, door algen geproduceerd is. Er spelen namelijk wel meer dingen een rol, zoals de afbraak van stoffen en de hoeveelheid organische stoffen die in de bodem achterblijft en dus niet met zuurstof wordt afgebroken. De regenwouden van Zuid-Amerika, Afrika en Borneo maken de meeste zuurstof per vierkante kilometer aan, maar omdat het oppervlak van de wereldzeeën stukken groter is, wordt er op het land en in de oceanen in totaal ongeveer dezelfde hoeveelheid zuurstof geproduceerd.

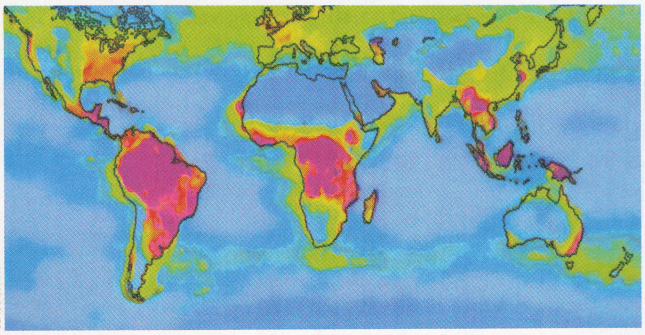
Algen maken deel uit van een wereldwijde zuurstofcyclus. Soms wordt plaatselijk zo veel zuurstof gevormd, dat het water het niet allemaal kan opnemen; dan verdwijnt de zuurstof in de atmosfeer. Op andere plaatsen wordt zuurstof uit de atmosfeer juist in het water opgenomen.



Fotosynthese

Zuurstof wordt op aarde door fotosynthese gevormd. Hierbij gebruiken planten en algen hun bladgroenkorrels om lichtenergie op te vangen en daarmee water en koolstofdioxide om te zetten in suiker en zuurstof. Een deel van de suiker wordt afgebroken en omgezet in energie, terwijl de rest opgeslagen wordt om te groeien.

CLAUS LUNAU



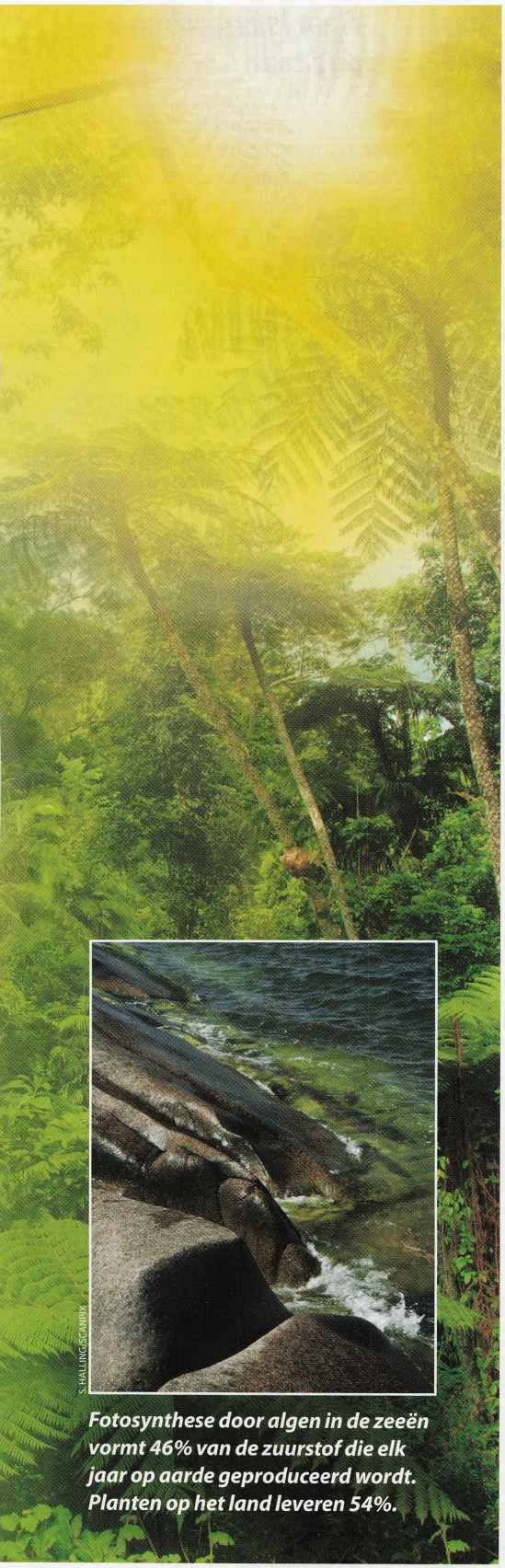
CLAUS LUNAU

Hier wordt zuurstof gevormd

Hier is te zien hoe veel koolstof op land en in het water gebonden wordt. Gebonden koolstof is gerelateerd aan de nettoproductie van zuurstof, dus met een formule voor fotosynthese kan worden berekend hoe veel zuurstof er ontstaat. Voor elke ton koolstof die gebonden wordt, komt 2,67 ton zuurstof vrij. Algen maken 46% van de zuurstof aan, terwijl 54% op het land gevormd wordt.

0 100 200 300 400 500 600 700 800

Gram gebonden koolstof per vierkante meter per jaar



S. HALLING/SANDIX

Fotosynthese door algen in de zeeën vormt 46% van de zuurstof die elk jaar op aarde geproduceerd wordt. Planten op het land leveren 54%.

Heeft een neutronenster het eeuwige leven?

Neutronensterren sterven nooit – tenzij ze pech hebben. Neutronensterren ontstaan als enorme sterren bij een supernovaexplosie sterven. De centrale onderdelen imploderen daarbij en vormen een zeer compacte bal van neutronen. De op die manier ontstane neutronenster bevindt zich dus in het midden van een supernova, waarbij het grootste deel van de ster met duizenden kilometers per seconde alle kanten op geslingerd wordt. De neutronenster draait op dat moment 10 tot 100 keer per seconde om zijn as en heeft een sterk magnetisch veld, dat elektrisch geladen deeltjes uit gassen in de omgeving haalt. Die gassen vallen naar de magnetische polen toe, en er ontstaat een krachtige radiostraling, die in twee kegels vanuit de polen uitgezonden wordt – en een pulsar is geboren.

Naarmate de tijd verstrijkt, draait de neutronenster steeds langzamer en neemt de straling af. De neutronenster is nu bijna niet meer waar te nemen, omdat er haast geen straling meer uitgezonden wordt. Er zijn een paar neutronensterren bekend die om elkaar heen draaien. Als de afstand klein is, is de baan niet geheel stabiel, want de ster verliest zijn energie doordat hij zwaartekrachtgolven uitzendt. Door het energieverlies komen deze twee neutronensterren steeds dichter naar elkaar toe, tot ze uiteindelijk botsen, waarbij een gigantische explosie ontstaat. Een zwart gat is het resultaat daarvan, en nu zijn de neutronensterren voor altijd verdwenen.

Hoe ver springt een sprinkhaan?

Een grote sprinkhaan kan sprongen maken van wel 20 keer zijn eigen lengte. Als wij mensen dat konden, zouden we met één sprong bijna 40 meter ver kunnen komen.

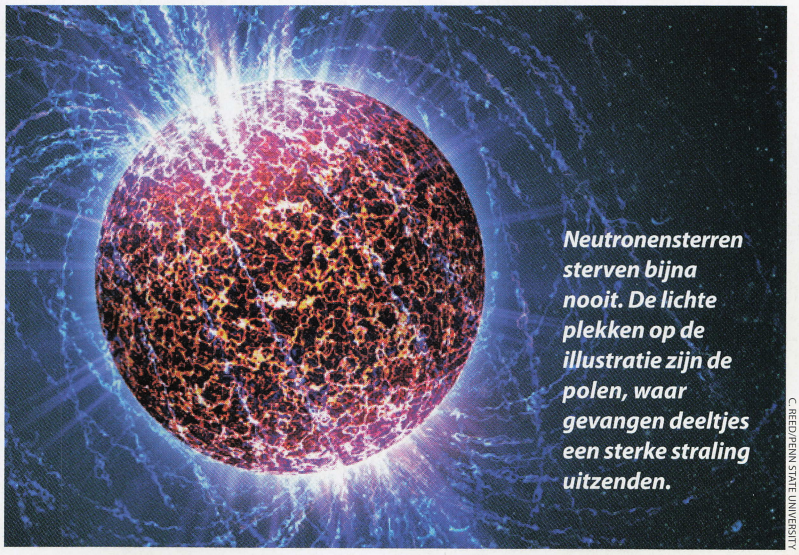
Wat is de oorsprong van 1-aprilgrappen?

Naar verluidt vierden veel mensen nieuwjaar nog op 1 april nadat paus Gregorius XIII het in 1582 naar 1 januari verplaatst had. Deze mensen werden aprilgekken genoemd en voor de gek gehouden. In het Engels worden ze *April fools* genoemd, en in het Frans *poissons d'avril* – aprilvissen.

Stuur uw vragen naar:
redactie@wetenschapinbeeld.nl

Of stuur een brief naar:
Q & A
Wetenschap in Beeld
1e Passeerdersdwarsstraat 84
NL-1016 XD Amsterdam

Alleen vragen die in het tijdschrift verschijnen, worden beantwoord.



C. REED/PENN STATE UNIVERSITY

Neutronensterren sterven bijna nooit. De lichte plekken op de illustratie zijn de polen, waar gevangen deeltjes een sterke straling uitzenden.

A. LLEAL/SCANPIX

De drie taaiste overlevers

- Triops
- Degenkrab
- Schildpad

Er zijn geen zichtbare verschillen tussen 200 miljoen jaar oude triopsfossielen en huidige exemplaren.

Welk dier dat nu nog leeft, is het minst veranderd?

Dieren veranderen door evolutie, maar welk dier is het minst veranderd?

Als een diersoort in een stabiele omgeving leeft en een vorm en leefwijze heeft waarbij een verandering de kansen op overleven en voortplanten er niet per se beter op maakt, kan hij miljoenen jaren hetzelfde blijven.

Het kopschildkreeftje (triops) is het dier waarvan evolutiebiologen denken dat het het minst veranderd is in de loop van de tijd. Het is een zoetwaterschaaldier dat in poelen leeft en bijna overal voorkomt. Het heeft een drie tot vijf centimeter lang rugschild en ongeveer 50 paar pootjes op zijn gelede lichaam. Er zijn 200 miljoen jaar oude fossielen van deze kreeftjes gevonden die er precies zo uitzien als nu. Daarom wordt het een voorbeeld van een levend fossiel genoemd. Maar hoewel de huidige kreeftjes en hun fossiele voorvaderen identiek lijken, is het mogelijk dat er toch mutaties hebben plaatsgevonden. In een fossiel worden de harde delen van een dier bewaard, maar niet de organen of het gedrag.

Ook de lichaamsbouw van degenkrabben is sterk op overleven gericht, want de huidige degenkrabben lijken erg op 450 miljoen jaar oude fossielen. Een van de weinige veranderingen is dat ze minder segmenten in hun achterlichaam hebben. Schildpadden hebben zich ook heel langzaam ontwikkeld, want het schild en andere basiskenmerken komen al voor bij 200 miljoen jaar oude fossielen.

F. LANTING/CORBIS/POLFOTO

Degenkrabben zijn in 450 miljoen jaar maar weinig veranderd.

K. OLESEN/SCANPIX

Onder andere het schild komt al voor bij 200 miljoen jaar oude schildpadfossielen.

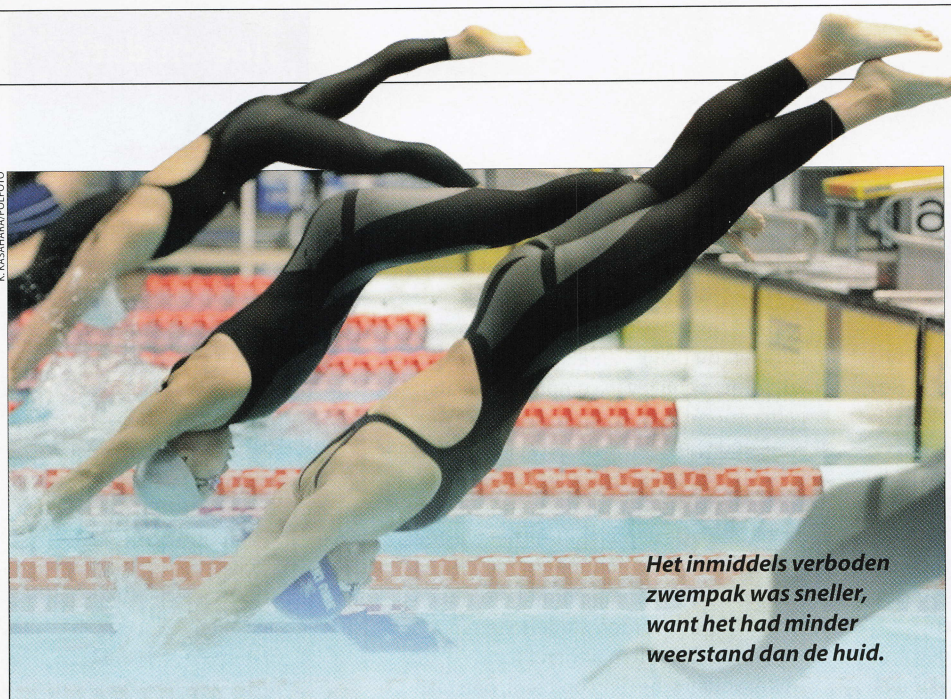
Waar is het roken ontstaan?

Toen de ontdekkingsreiziger Christoffel Columbus in 1492 in Midden-Amerika aan land ging, zag hij de plaatselijke Indianen fijngesneden tabak in opgerolde maïs- of palmbladeren roken. Columbus kreeg van hen allerlei fraaie geschenken, waaronder deze primitieve sigaren.

Volgens onderzoekers is de tabaksplant 8000 jaar terug in het Andesgebergte in Zuid-Amerika ontstaan, maar rond 100 v.Chr. begonnen de Indianen pas tabak te roken en te kauwen. Toen het Mayarijk zich uitbreidde tussen 470 en 630 n.Chr., verspreidde de tabak zich tot het Mississippidal in de huidige VS. Columbus zette de volgende grote stap in de verspreiding van tabak door de plant mee naar Europa te nemen, waar deze aanvankelijk alleen gebruikt werd vanwege zijn geneeskundige eigenschappen. Pas in de 17e eeuw kwam pijproken in de mode, en in de 18e eeuw brak pruimtabak door. In Spanje waren papieren sigaretten al in de 17e eeuw heel populair, en vervolgens werden ze van daaruit naar Rusland verspreid.

THE GRANGER COLL./SCANPIX

Het roken ontstond in de Andes, en Columbus bracht de tabak naar Europa.



K. KASAHARA/POLFOTO

Het inmiddels verboden zwempak was sneller, want het had minder weerstand dan de huid.

Waarom is het nieuwe zwempak zo snel?

De eerste van de nu verboden zwempakken was gemaakt van neopreen. Later kwamen daar materialen bij die op plastic leken. Al deze pakken hadden met elkaar gemeen dat ze minder weerstand in het water gaven dan de huid, en erg strak zaten. Ze maakten het lichaam compacter, aerodynamischer en stijf. Bovendien bevatten de zwempakken zo veel lucht dat ze het lichaam hielpen drijven.

De ontwikkeling van de technologische zwempakken bereikte een hoogtepunt in 2007 en 2008. Toen werden er meer dan 100 wereldrecords gevestigd, maar de onvrede onder zwemmers nam toe omdat de pakken duur waren en niet lang meegingen. Daarom werden de nieuwe pakken in 2009 verboden door de FINA, de internationale zwembond. Het belangrijkste argument was dat zwemmen een sport is waarbij het fysiek van de zwemmer bepalend moet zijn, en niet het pak. Daarom moeten zwempakken nu van textiel gemaakt zijn, en bij wedstrijden mogen alleen pakken gedragen worden die goedgekeurd zijn door een onafhankelijk comité. Records die met de hightechpakken gevestigd werden, blijven echter staan.

Hoe zit dat?

Wat is niet-magnetisch staal?

Staal is doorgaans magnetisch, maar met een legering met een hoog nikkelgehalte wordt niet-magnetisch staal gemaakt. Het wordt gebruikt voor horloges, chirurgische instrumenten en onderzeeërs.

Wat is een elektrische sigaret?

Een elektrische sigaret of e-sigaret lijkt op een gewone sigaret, maar bestaat uit een cartridge met nicotine en een verstuiver op batterijen. De nevel van nicotine geeft de gebruiker het gevoel te roken. Een lichtdiode vervangt het gloeiende puntje van een sigaret.

Waar loopt de boomgrens?

De boomgrens is officieel gedefinieerd als de hoogte van een berg waarop de afstand tussen individuele bomen van minstens drie meter hoog groter is dan 30 meter.

Wat gebeurt er als je voet slaapt?

Je voet 'slaapt' als de zenuwen tijdelijk verlamd zijn en daarom geen informatie kunnen uitwisselen met de hersenen. De zenuwen worden samengedrukt onder het lichaamsgewicht, en hun vermogen om signalen te versturen wordt daardoor beperkt. Bloedvaten worden op dezelfde manier samengedrukt, en de zuurstofvoorziening aan de zenuwen raakt op die manier verstoord. Als je gaat verzitten zodat de druk op de zenuwen afneemt en de bloedtoevoer hervat wordt, krijg je geleidelijk het gevoel in je voet terug. Dit gaat gepaard met een prikkelend gevoel, dat ontstaat doordat de zenuwen niet allemaal even snel weer actief worden.

SHUTTERSTOCK

Wat zijn steencirkels?

Ik zag op foto's uit Spitsbergen een landschap met veel stenen cirkels. Hoe ontstaan deze patronen?

De steencirkels in het noordpoolgebied zijn ontstaan door vorst en dooi. In die processen vormt het grofste materiaal een ring, terwijl het fijne materiaal middenin terechtkomt. Deze cirkels kunnen een diameter van tien centimeter tot een paar meter hebben.

Er worden ook andere patronen gevormd in arctische landschappen: de stenen kunnen strepen vormen in plaats van cirkels. Ook kan de grond barsten en zogeheten polygonale grond vormen, veelhoeken, zonder dat de materialen duidelijk van elkaar gescheiden worden. Met behulp van computersimulaties is aangetoond dat er sprake is van twee verschillende processen. Bij het eerste proces ontstaan er lenzen van ijs in de bevriezende grond, die de stenen bij de stenen en de aarde bij de aarde deponeren. Bij het tweede proces worden de structuren van de stenen samengeperst, doordat de grond eromheen bevriest. Hierbij worden stapels stenen tot langwerpige structuren uitgerekt.

Als er vooral scheiding optreedt, ontstaan er steencirkels, en als het persmechanisme domineert, ontstaat er polygonale grond. Op heuvelachtig terrein ontstaan strepen.

M. MILLER/VISUALS UNLIMITED/SCANPIX

ALAMY

STREPEN EN CIRKELS VAN STEEN *ontstaan als bodemmateriaal wordt gescheiden. Strepen worden gevormd in heuvelachtig terrein.*

POLYGONALE GROND *ontstaat als de grond barst zonder scheiding van het materiaal.*

FLETCHER & BAYLISS/SCANPIX

Hoe zit dat?

Hoe lang is de remweg van een supertanker?
Een supertanker weegt 250.000 ton of meer, en heeft meestal een snelheid van 30 km/h. De traagheid is daarom enorm, en remmen duurt ongeveer 14 minuten. In die tijd legt het schip nog ongeveer drie kilometer af.

Hoe recht of krom zijn de oceanen?
De oceanen zijn niet recht maar hebben een bol oppervlak. Zelfs het oppervlak van je koffie is gekromd met een zeer grote straal, gelijk aan de straal van de aarde. Het zeeoppervlak is bovendien oneffen. Zware gesteenten in de bodem trekken water aan, waardoor het water boven grote diepten meters lager kan liggen.

Antwoord in het volgende nummer:

- *Waarom zijn veel planten smakelijk?*
- *Hoe kan het dat stof in pluisjes verandert?*
- *Hoeveel e-mails worden er per dag verstuurd?*

Waarom heeft licht de snelheid die het heeft?

In een vacuüm heeft licht een snelheid van 300.000 kilometer per seconde. Dit is de hoogst haalbare snelheid in het heelal. Waarom licht precies deze snelheid heeft, is onbekend. Het moet gezien worden als een natuurconstante. Licht kan nooit sneller gaan in een vacuüm, maar wel langzamer, bijvoorbeeld als het door materie als glas of water gaat, waarbij de snelheid kan dalen tot zo'n 200.000 kilometer per seconde. De Deense natuurkundige Lene Hau heeft bij een experiment aan de Harvard University in de VS het licht zelfs even stil laten staan in een ultrakoud atomair gas. Na een ogenblik liet ze het weer bewegen.

KRIS SNIBBE

Natuurkundige Lene Hau kan licht stilzetten.

Elfsteden Route

Het mooiste rondje Friesland

WWW.ELFSTEDENROUTE.NL

Fiets, rij of vaar de Elfsteden-route! Tochten van 3 tot 8 dagen.
Friesland Holland regelt de routekaarten, toeristische informatie, fietsen, boten, hotels, pensions, het bagagevervoer en verleent pech-onderweg-service.
www.frieslandhollandtravel.nl

Friesland Holland®
TOURIST INFORMATION & TRAVEL SERVICE

Tel. +31(0)561 - 615 364
www.frieslandhollandtravel.nl • www.elfstedenroute.nl

50+ BOOT-REIZEN

Friesland Cruises

WWW.FRIESLANDCRUISES.NL

Elf Steden Cruise

27 juni t/m 1 juli 2011, € 780,00 p.p.
De tocht der tochten, voor de helft vernieuwd in 2011. Vaargebied: Friesland binnendijks.
5 dagen/4 nachten. Cruiseschip: Wetterprinses.

Drie Provinciën Cruise

15 t/m 19 augustus 2011, € 725,00 p.p.
Al jaren een topper, onveranderd in 2011. Vaargebied: Friesland, Flevoland, Overijssel binnendijks. 5 dagen/4 nachten. Cruiseschip: Wetterprinses.

Markant Friesland Cruise

29 t/m 31 augustus 2011, € 475,00 p.p.
Geheel nieuw in 2011. Vaargebied: Noordoost Friesland, Lauwersmeer, West-Groningen. 3 dagen/2 nachten. Cruiseschip: Wetterprinses.

Vraag brochure aan: Tel. 0561-615364

Friesland Holland®
Hoofdstraat West 38 • 8471 HV Wolvega • Tel. 0561 - 615364 • info@frieslandholland.nl
WWW.FRIESLANDCRUISES.NL

Baviaan heeft neus voor gevogelte

Natuurfotograaf Adrian Bailey houdt een waterbron in Zimbabwe in de gaten als hij een dode duif op de grond ziet liggen. In de hoop dat bavianen lucht krijgen van deze makkelijke prooi stelt hij zijn camera in en wacht. Al snel vindt een jonge aap de duif. Maar in plaats van zich uit de voeten te maken met de gevederde maaltijd pakt de aap de vogel voorzichtig op en ruikt eraan. Dit welhaast zorgzame gedrag duurt een paar minuten; dan weet de aap weer dat hij honger heeft. Hij plukt de duif en eet hem op.

ADRIAN BAILEY

Hersenen fruitvliegje in kleurenweergave

Nieuwe techniek om eiwitten te kleuren maakt ons wijzer over de hersenstructuur

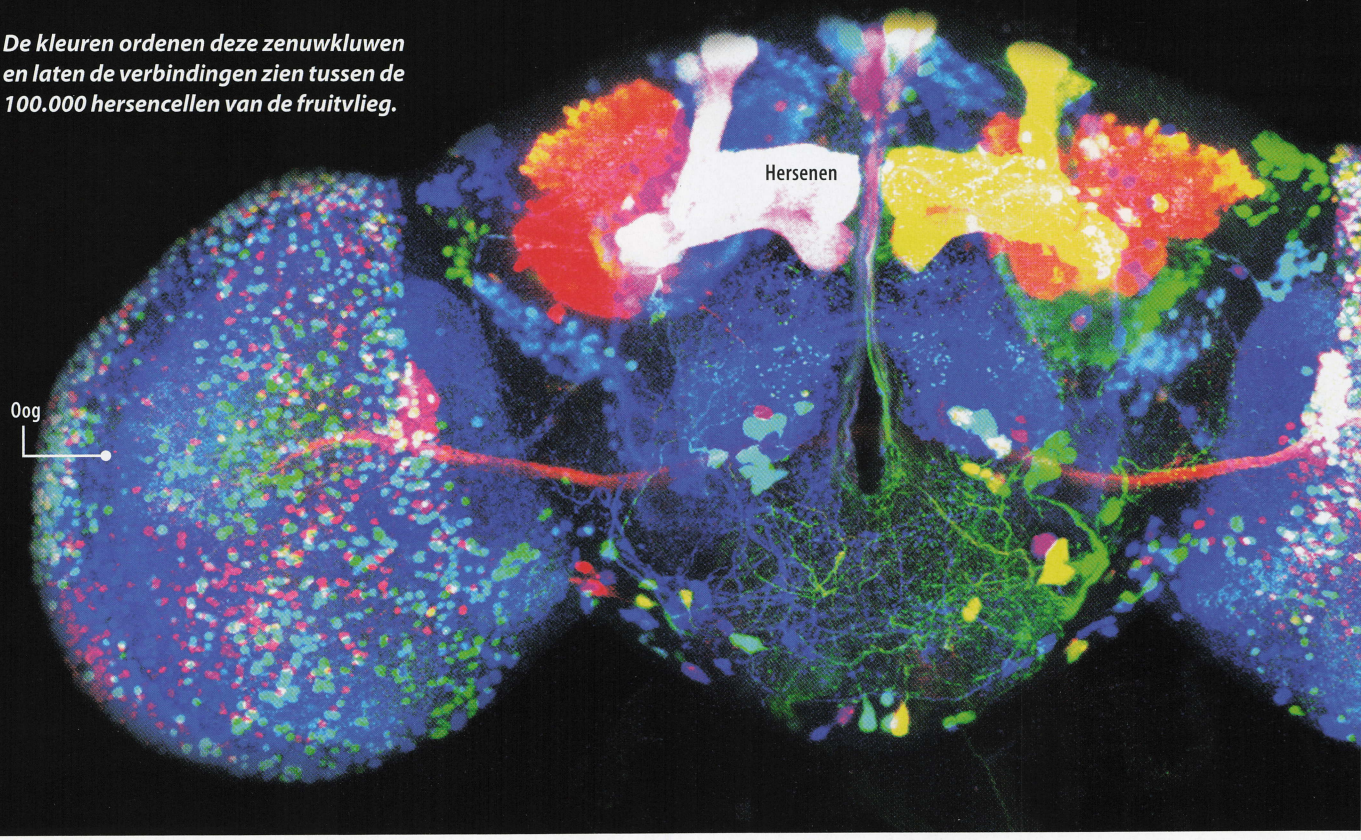
BIOLOGIE Nu kunnen we letterlijk een kijkje nemen in de hersenen van vliegen. Met een speciale microscoop en de techniek immunofluorescentie zagen Amerikaanse wetenschappers alle verbindingen in de hersenen van een fruitvliegje. Ook zagen ze welke hersengebieden wát aanstuurden.

De fruitvlieg wordt al 100 jaar gebruikt voor erfelijkheidsonderzoek, dus er is veel bekend over zijn genen. Gewapend met die kennis hebben wetenschappers de vliegen zo gemodificeerd, dat ze fluorescerende eiwitten gingen vormen, waardoor groepen hersencellen oplichtten. Drie eiwitten gaven rood, groen of blauw licht. De genen die coderen voor de eiwitten, zijn op plekken in het DNA aangebracht waar hersenfuncties tot stand komen. De genen zijn daardoor gericht op bepaalde groepen neuronen, die in een van de drie kleuren oplichten.

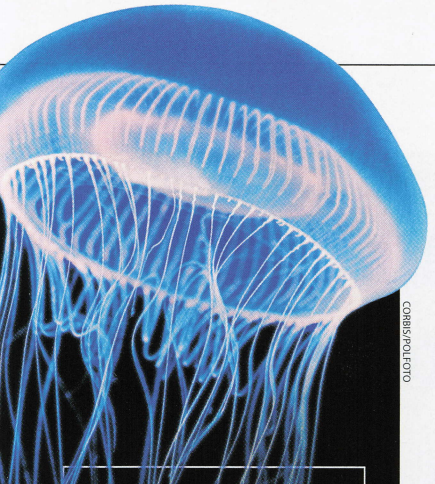
Als de methode wordt toegepast op twee chromosomen, verdubbelt het aantal mogelijke kleuren. Rood plus groen wordt geel, en de techniek kan op die manier zelfs afzonderlijke zenuwcellen in kaart brengen. De uitlopers van de cellen krijgen ook een kleur, zodat alle verbindingen tussen de 100.000 hersencellen te volgen zijn.

De impulsen van het hersendeel dat smaakindrukken ontvangt, zijn bijvoorbeeld te volgen als ze naar het hersendeel gaan dat de mond de opdracht geeft te bewegen. Op termijn hopen de wetenschappers met behulp van de beelden te begrijpen hoe de embryonale hersenen zich ontwikkelen – en niet alleen bij vliegen, maar ook bij mensen.

De kleuren ordenen deze zenuwkluwen en laten de verbindingen zien tussen de 100.000 hersencellen van de fruitvlieg.



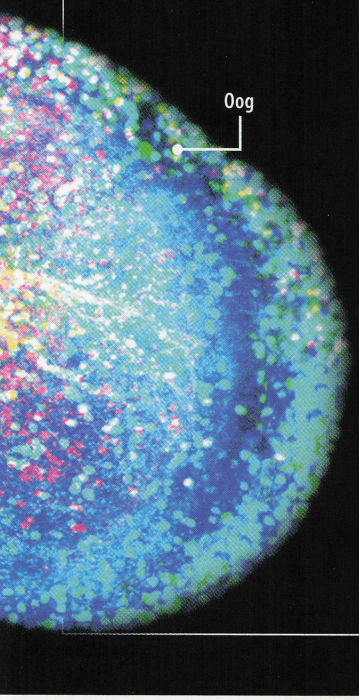
PHUONG CHUNG, STEFANIE HAMPEL & JULIE H. SIMPSON/HHMI



CORBIS/POLFOTO

Kwal hielp de techniek vooruit

De techniek die de eiwitten laat oplichten, werd in 1962 voor het eerst met succes op kwallen toegepast. De Japanse bioloog Osamu Shimomura isoleerde het eerste fluorescerende eiwit van de soort Aequorea victoria, en dat gaf groen licht. Later vond men andere kleuren eiwitten, en nu is het oplichtende eiwit niet meer weg te denken uit de biotechnologie.



Mystiek boek is ouder dan gedacht

GESCHIEDENIS Het *Voynich*-manuscript wordt wel het meest mystieke boek ter wereld genoemd. Het is in 1912 bij Rome gevonden door een antiquair en het staat vol tekens die nog niemand heeft kunnen duiden – en met illustraties van planten en sterrenconstellaties die niet lijken te bestaan.

Via koolstof-14-analyses kwamen wetenschappers van de University of Arizona er nu achter dat het boek 100 jaar ouder is dan gedacht: het is tussen 1404 en 1438 n.Chr. gemaakt. Voor hun analyse sneden de wetenschappers vier minieme stukjes perkamentpapier van vier verschillende bladzijden af, die ze grondig reinigden. Daarna werden ze geanalyseerd met de massaspectrometer van de universiteit.

BEINECKE RARE BOOK AND MANUSCRIPT LIBRARY

Volgens sommigen gaat het* Voynich-*manuscript over alchemie en is het in een geheime code geschreven.

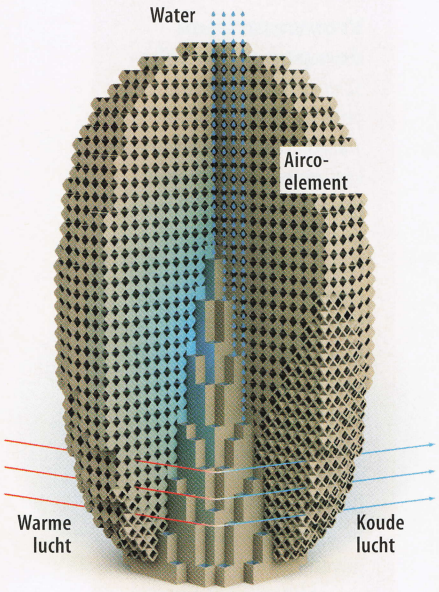
Vrouwentranen dempen zin in seks

Science publiceerde onlangs experimenten waaruit blijkt dat de tranen van vrouwen feromonen (geurstoffen) bevatten die de sekslust van mannen dempen. Mannen gingen langzamer ademhalen, en het testosterongehalte in hun speeksel daalde, zodra ze vrouwentranen roken. Met deze ontdekking kan wellicht verklaard worden waarom we het enige bekende dier zijn dat huilt bij verdriet: met tranen geven we mogelijk een signaal dat we liever een arm om ons heen hebben dan seks, menen de Israëlische onderzoekers achter de experimenten.

Schimmel kan plastic bakjes vervangen

Het Amerikaanse bedrijf Ecovative maakt een materiaal dat op schuimplastic lijkt, door een schimmel te laten groeien in een mal met een biologisch substraat van bijvoorbeeld planten. De schimmel is na een week met het substraat vergroeid en vult de vorm dan helemaal op. Dit goedkope, afbreekbare materiaal is geschikt voor verpakking, isolatie en zelfs voor de bouw.

ECOVATIVE



Een Brits designbureau maakt sculpturen die de lucht koelen zonder verbruik van energie.
POSTLERFERGUSON

Zandtorens koelen lucht met water

TECHNIEK Met inspiratie van de traditionele Arabische bouwkunst, die afgestemd is op de hete woestijnzon, maakte het bureau voor designontwikkeling PostlerFerguson in Londen een nieuwe vorm van airconditioning – een die gratis werkt. Arabische huizen hebben vaak erkers met kunstige houtsnijwerkroosters, mashrabiya's, die de zon tegenhouden en de lucht erdoor laten circuleren, zodat die afkoelt.

Volgens dit principe creëerde PostlerFerguson koelsculpturen in allerlei afmetingen, die vrij in de ruimte staan. Ze worden met een 3D-printer gemaakt, die ze laagje voor laagje opbouwt van zand met bindmiddel.

Deze vorm heeft ten opzichte van roosters het voordeel dat het inwendige oppervlak veel groter is en de koeling dus effectiever verloopt als de lucht door de poreuze lagen stroomt. En de koeling wordt er nog beter op door water door de structuren te laten stromen.

Birmese gouden brief na 250 jaar ontcijferd

ARCHEOLOGIE Na drie jaar werken heeft de Luxemburgse geschiedkundige Jacques Leider de inhoud van een 55 x 12 centimeter grote brief van goud, die in 1756 is gezonden naar de Engelse koning George II, ontcijferd.

De afzender van de gouden brief, die is bezet met 24 robijnen, was de Birmese koning Alaungphaya. Met veel omhaal van woorden nodigde hij zijn Britse collega uit om nauwere handelsbetrekkingen aan te gaan. Engeland zou dan een haven voor zijn schepen mogen bouwen en toegang krijgen tot rijkdommen van Birma, zoals rijst en teakhout. Dat alles in ruil voor kanons en schietwapens.

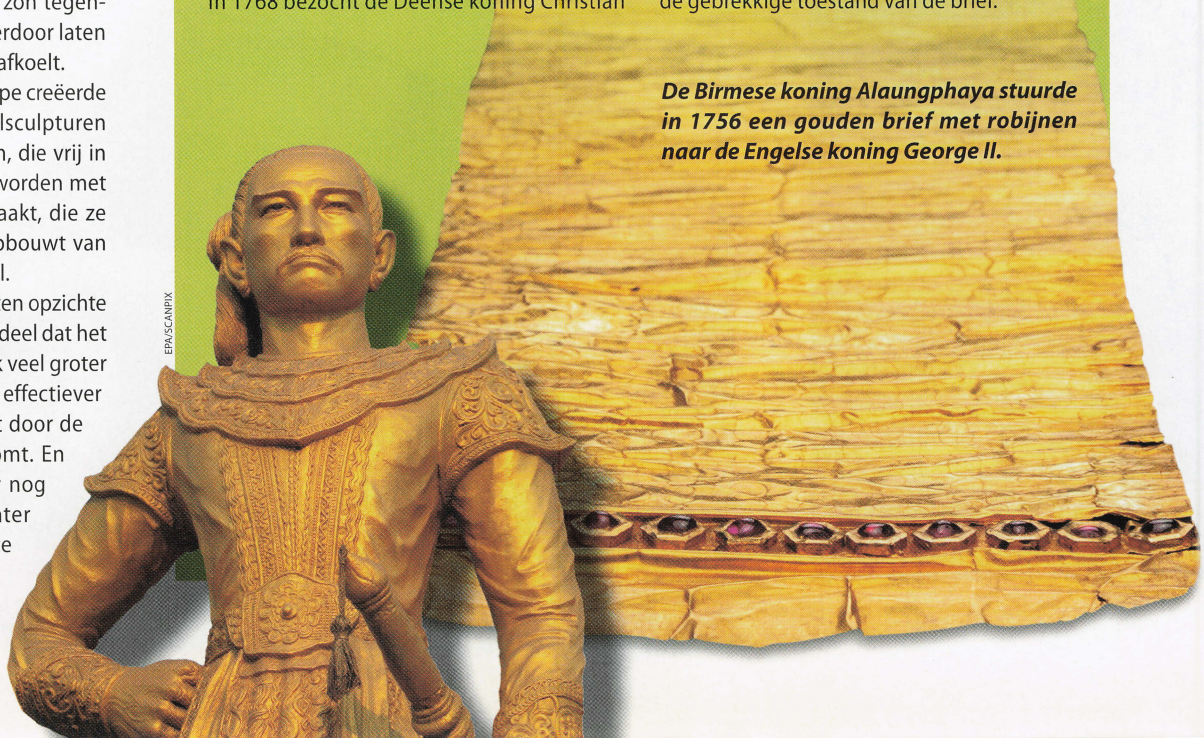
'De eerwaardigste, uitmuntende heer van alle parasoldragende koningen (...) heer van robijnen, goud, zilver, koper, ijzer, barnsteen en edelsteenmijnen, heer van witte olifanten, rode olifanten en olifanten in verschillende kleuren,' schreef Alaungphaya over George.

George beheerste echter geen Birmees en liet de brief ook niet vertalen. Hij verstopte de brief in een bibliotheek van het geslacht Hannover in Duitsland, en Alaungphaya kreeg nooit antwoord. Volgens Jacques Leider werd Alaungphaya toen zo kwaad, dat hij de Britse handelskolonie met de grond gelijkmaakte. In 1768 bezocht de Deense koning Christian VII de Duitse bibliotheek. Toen hij de gouden brief te zien kreeg, beschadigde hij deze toen hij hem teruglegde in zijn ivoren omhulsel. Deze koninklijke onhandigheid maakte het er voor Jacques Leider niet makkelijker op om de ronde tekens in de brief te duiden.

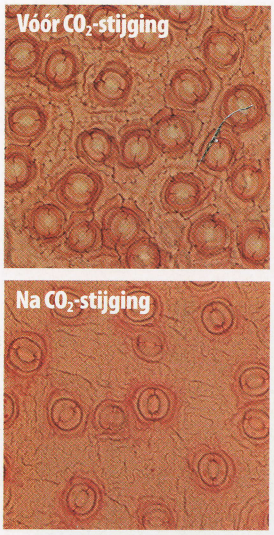
De gouden brief is geschreven in zulk alledaags Birmees, dat de meeste Birmezen er geen problemen mee gehad zouden hebben. Het was dus niet de taal die de ontcijfering zo lastig en tijdrovend maakte; het was vooral de gebrekkige toestand van de brief.

EPA/SCANPIX

De geschiedkundige Jacques Leider uit Luxemburg ontcijferde de gouden brief aan de Engelse koning George II.


EPA/SCANPIX

De Birmese koning Alaungphaya stuurde in 1756 een gouden brief met robijnen naar de Engelse koning George II.



EMMY LAMMERTSMA/INDIANA UNIVERSITY

Meer kooldioxide verandert de flora

BIOLOGIE Op een zomerdag is het goed toeven in de schaduw van een grote boom. Maar in de toekomst is de lucht onder een grote boom waarschijnlijk niet zo koel meer. Plantenfysiologen van o.a. de Universiteit Utrecht kwamen erachter dat planten in reactie op een hoog CO_2-gehalte in de lucht de hoeveelheid poriën in hun bladeren terugbrengen, waardoor ze minder water via de bladeren afscheiden. Daardoor koelt de lucht eromheen minder af. Een mogelijk gevolg is dat de circulatie van zoetwater hier op aarde flink verandert, en dat heeft weer als resultaat dat de neerslagpatronen veranderen.

De planten nemen CO_2 op via microscopische poriën, stomata. Via cellen die net op lipjes lijken, kunnen deze zich openen als de plant CO_2 op wil nemen of water wil laten verdampen, en sluiten om de bladeren te laten afkoelen of om water op te kunnen zuigen via de wortels van de plant.

Meer CO_2 wil zeggen dat een plant minder poriën heeft en dus minder water afstaat.

687 km

zwom een vrouwtjesijsbeer met een gps-zender negen dagen lang achter elkaar ten noorden van Alaska, blijkt uit metingen van U.S. Geological Survey.

Radiogolven verlagen bloeddruk

Door de nieren van iemand met een hoge bloeddruk te bestoken met radiogolven, daalt de bloeddruk gigantisch, aldus een Australisch onderzoeksteam. De radiogolven verlammen een groep zenuwen in de slagaderen, die de nieren van bloed voorzien.

Supergeleiders beter met rode wijn

Japanse wetenschappers hebben materialen getest op supergeleidende eigenschappen in o.a. rode wijn, witte wijn en sake. Drank bleek veel betere supergeleidende eigenschappen op te leveren dan mengsels van water en pure alcohol. Rode wijn werkt veruit het best, en een soort brandewijn het slechtst.

Lasercamera neemt exacte maten van walvishaai op

BIOLOGIE De gigantische walvishaai (Rhincodon typus) is de grootste vis. Met gangbare meetmethoden komt zijn lengte algauw uit op een meter of 20.

Maar de meetmethoden zijn vrij onnauwkeurig, want onderzoekers moeten zijn grootte inschatten op het oog of op grond van foto's van de haaien. Om die reden hebben wetenschappers van de University of Queensland in Australië nu een nieuwe methode ontwikkeld om de lengte van de enorme dieren te meten. De methode, die laserfotogrammetrie heet, bestaat uit een cameraopstelling, waarbij er twee groene laserpinnen precies op 50 centimeter van elkaar zijn gemonteerd op een metalen rail, en daartussen hangt een onderwatercamera. Een duiker zwemt naar de camera, tot op zo'n vijf meter afstand van een vrij rondzwemmende walvishaai, en neemt een foto van dat deel van de vis waar twee groene laserpuntjes te zien zijn.

De groene puntjes werken als meetlat. Door een aantal overlappende foto's van de vis te nemen, wordt een zeer precieze meting van de hele lengte verkregen.

CHRIS SCARFFE

Men schatte de grootte van walvishaaien altijd in, maar nu leveren twee laserpuntjes en een camera nauwkeurige metingen op.

Brokken maan gaven Saturnus zijn karakteristieke ringen

ASTRONOMIE IJs is de materie waar de ringen en de binnenste manen van Saturnus uit bestaan, en dat is merkwaardig, want de kleine hemellichamen in het buitenste zonnestelsel bestaan verder doorgaans uit zowel ijs als steen.

Nu is de Amerikaanse astronoom Robin Canup een verklaring op het spoor – via computersimulaties liet hij zien dat Saturnus' ringen en kleine ijsmanen mogelijk ontstaan zijn toen een grote maan te dicht langs de planeet kwam en aan flarden werd getrokken door getijdekrachten.

Canup berekende wat er gebeurd zou zijn als een maan zo groot als Titan, de grootste Saturnusmaan, met een kern van ijzer en siliciumverbindingen en een grote ijskap, vroeg in de geschiedenis van ons zonnestelsel te dicht bij de planeet zou zijn gekomen. Uit zijn berekeningen blijkt dat de buitenste ijslaag van de maan kapot zou gaan door de getijdekrachten van de grote planeet. De kern van de maan en een deel van het ijs zijn volgens het model naar Saturnus toe gevallen, en een deel van de overige kilometergrote ijsbrokken vormden de ringstelsels en een paar kleine manen, die ook nu nog altijd om de gasreus Saturnus heen cirkelen.

Andere onderzoekers vinden deze theorie zeer aannemelijk, en misschien wordt deze bevestigd als NASA's ruimtesonde Cassini in 2017 langs de ringen scheert. De gedetailleerde metingen van Cassini kunnen onderzoekers helpen de massa en de leeftijd van de ringen vast te stellen, en te bepalen of de ringen echt 4,5 miljard jaar oud zijn, zoals naar voren komt uit Robin Canups model.

CLAUS LUNAU

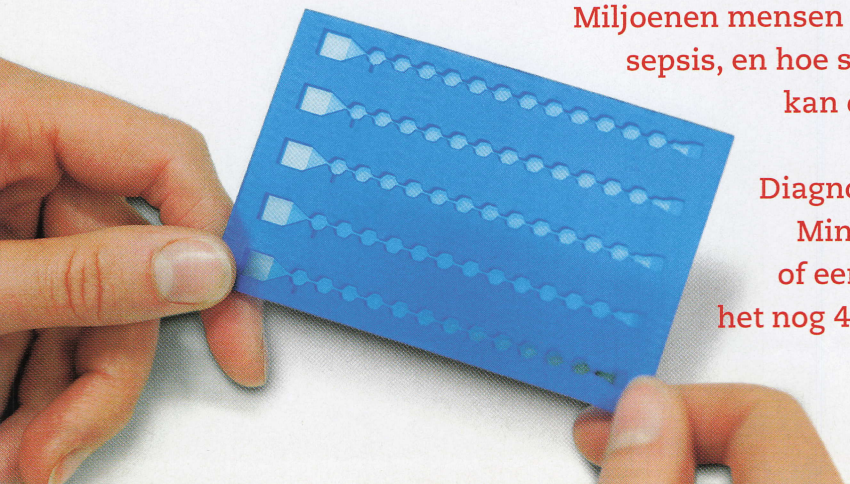
1. Een ijsmaan zo groot als de maan Titan komt te dicht bij Saturnus en wordt langzaam uit elkaar getrokken.

2. De ijskap breekt af en de maan valt uiteen. Grote delen eindigen als deel van Saturnus. De rest draait om de planeet.

3. Zo ziet het ringenstelsel er nu uit. De restanten van de ijsmaan zijn een deel van Saturnus, maar vormden ook drie grote manen, ringen en veel kleine manen.

Nieuwe test ontdekt bloedvergiftiging snel

Miljoenen mensen per jaar sterven aan bloedvergiftiging of sepsis, en hoe sneller die is vast te stellen, des te eerder kan de behandeling beginnen. Onderzoekers aan een Fraunhofer-instituut en Magna Diagnostics ontwikkelden een nieuwe test, die MinoLab heet, en die na een uur al aangeeft of een patiënt bloedvergiftiging heeft. Nu kan het nog 48 uur duren tot een test uitsluitsel geeft.



FRAUNHOFER IZI

Slim alarm houdt je onderweg wakker

Uit diverse onderzoeken blijkt dat vermoeidheid in de auto gevaarlijk is. Met de Anti Sleep Pilot wil een gelijknamige Deense firma hier iets aan doen. Je toetst enkele gegevens in, aan de hand waarvan de Anti Sleep Pilot je vermoeidheid berekent. Word je te moe, dan vraagt het alarm je te pauzeren.

ASP

CALHEALTH, INC.

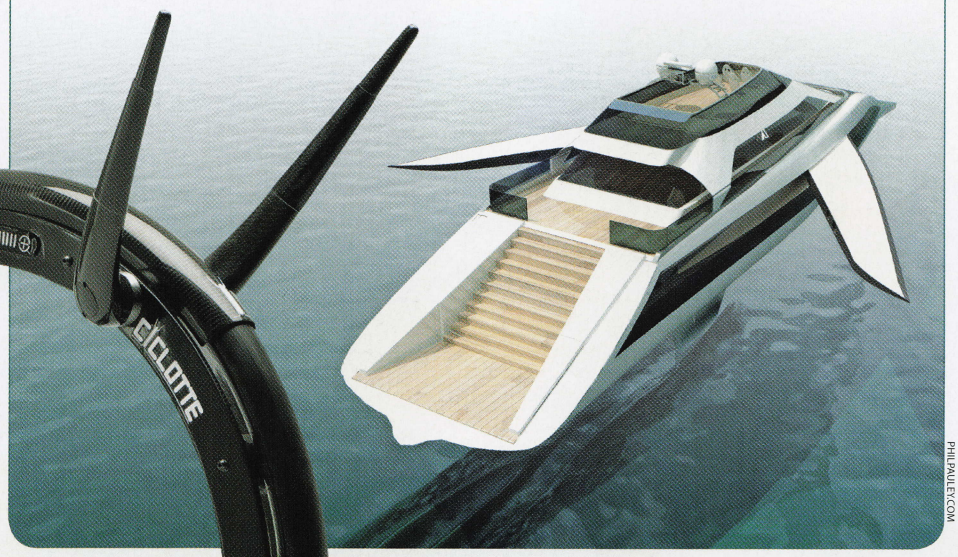
Muis meet tegelijkertijd bloeddruk

Het zittende computerleven kan makkelijk leiden tot een verhoogde bloeddruk. Het is dus een goed idee om die regelmatig te controleren. De MDMouse maakt dat nu wel heel gemakkelijk: het is een normale USB-muis met een bloeddrukmeter erin. Je steekt je vinger gewoon in een gevoerd ringetje, dat in de 'rug' van de muis zit.

Met een klein pompje wordt de voering eerst vol lucht gepompt. Een sensor geeft aan wanneer de druk voldoende is en je bloeddruk verschijnt op het scherm.

Superjacht scheert met 100 knopen over het water

Ontwerper Phil Pauley werd moe van al die luxejachten die steeds meer op elkaar gingen lijken. Hij bedacht daarom de Cruiser-serie, bestaande uit een enorm jacht met hydraulisch zeil om onder te feesten, een speedboot waarmee je kunt duiken en dit model, dat met uitgeslagen vleugels over het wateroppervlak kan scheren. De vaartuigen worden per stuk op bestelling gemaakt en zullen een aardige duit kosten. Misschien moet Phil Pauley zijn wilde ideeën met een ingenieur bespreken alvorens het eerste model te bouwen?



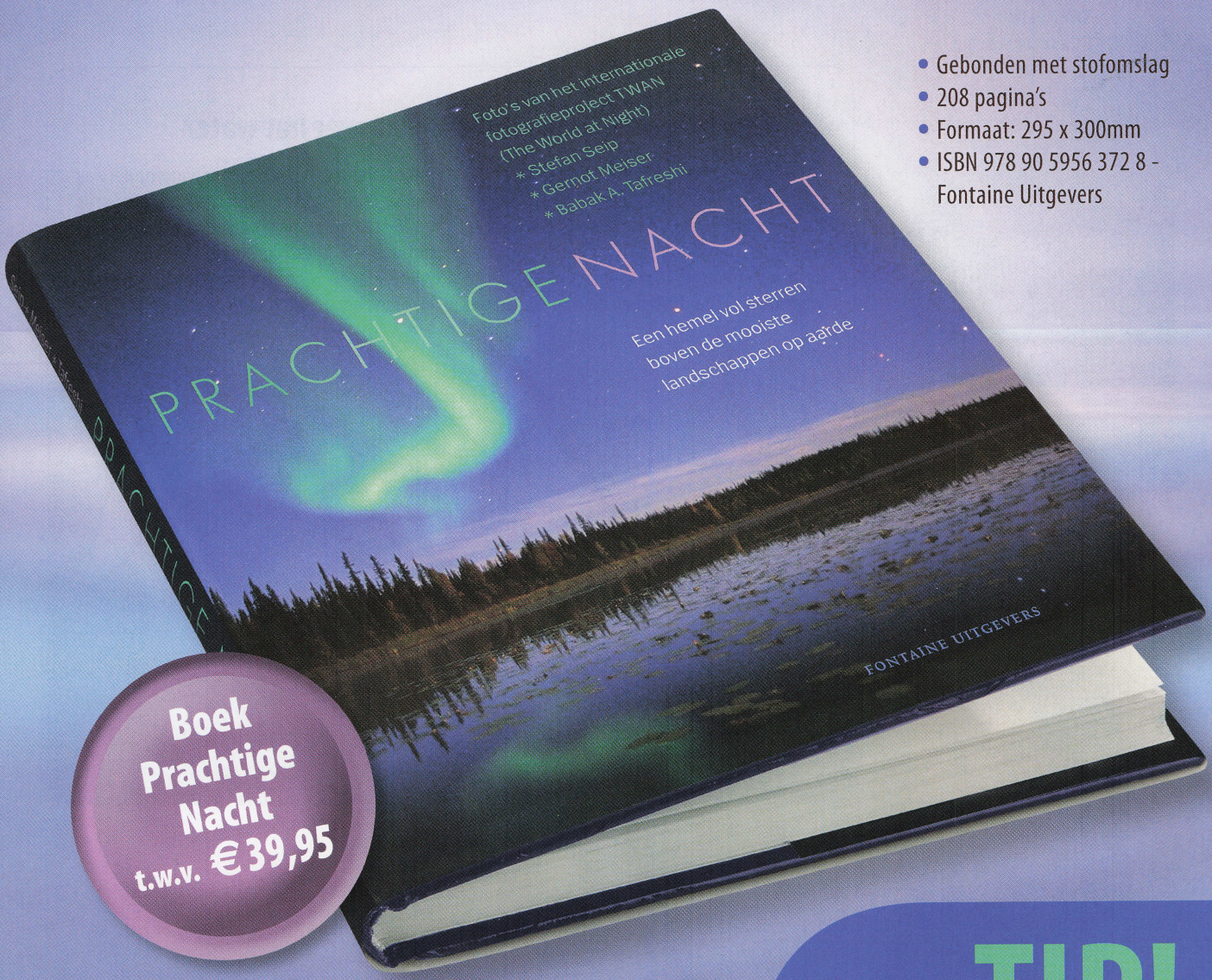
PHILPAULEY.COM

EZIO MANCIUCCA/CICLOTTE

In vorm met magneten

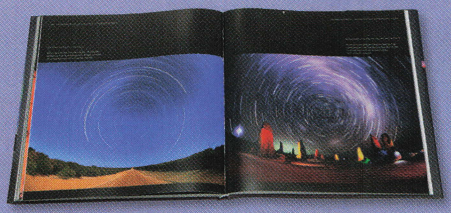
Meestal zijn trainingsapparaten niet bepaald mooi om te zien. De Ciclotte echter is gebaseerd op de Cicló, een conceptfiets die tot de vaste collectie van een designmuseum in Milaan behoort. De hightechfiets is gemaakt van onder meer koolstofvezels en heeft vier versnellingen voor de aandrijving van het wiel en van het magneetveld dat het afremt. Voor 11.000 dollar is hij van jou.

Cadeau bij een jaarabonnement



- Gebonden met stofomslag
- 208 pagina's
- Formaat: 295 x 300mm
- ISBN 978 90 5956 372 8 - Fontaine Uitgevers

Boek Prachtige Nacht t.w.v. € 39,95



TIP!

Geef een jaarabonnement cadeau!

WETENSCHAP
IN BEELD

Prachtige Nacht

Als hemel en aarde elkaar omarmen – een grandioos fotoboek!

Uitzonderlijke ogenblikken in adembenemende foto's – dat is waar het wereldwijde project 'The World at Night' (TWAN) voor staat. Het team bestaat uit in totaal 30 fotografen die over de gehele wereld hebben gereisd om de wonderen van de hemel vol sterren te fotograferen in combinatie met de mooiste landschappen van de aarde.

In Prachtige Nacht worden de meest fascinerende opnamen gepresenteerd in een nachtelijke fotoreis langs alle continenten van onze planeet. Bekende monumenten van het wereldcultuurerfgoed en bizarre natuurlijke formaties dienen daarbij als imposante decors voor het majestueuze, steeds wisselende uiterlijk van het firmament. Met tips voor eigen fotografie.

Dit schitterende fotoboek ontvangt u nu gratis* bij een abonnement op Wetenschap in Beeld; u betaalt slechts € 49,95 voor het jaarabonnement (i.p.v. € 59,40 in de winkel).

Liever korting in plaats van het cadeau?
Profiteer dan van een eenmalige **korting van 40%** op een abonnement:
- **jaarabonnement** (12 nummers) voor slechts **€ 34,95**
- **halfjaarabonnement** (6 nummers) voor slechts **€ 17,50**

Jaarabonnement cadeau geven?
Dat kan! En ú bepaalt of u het fotoboek zelf houdt of ook cadeau geeft!

Zo neemt of geeft u een jaarabonnement:

Stuur de juiste antwoordkaart terug of bel gratis **0800-099 6606**, of als u in België woont, **070-66 02 09** (uitsluitend voor het afsluiten van een abonnement). Of bestel eenvoudig op **www.wibnet.nl**

* Uw aandeel in de verzend- en administratiekosten van het cadeau bedraagt € 3,65. Abonnementen zijn tot wederopzegging. Cadeauabonnementen lopen automatisch af.

www.wibnet.nl

Scanner geeft eeuwig leven: ERFGOED

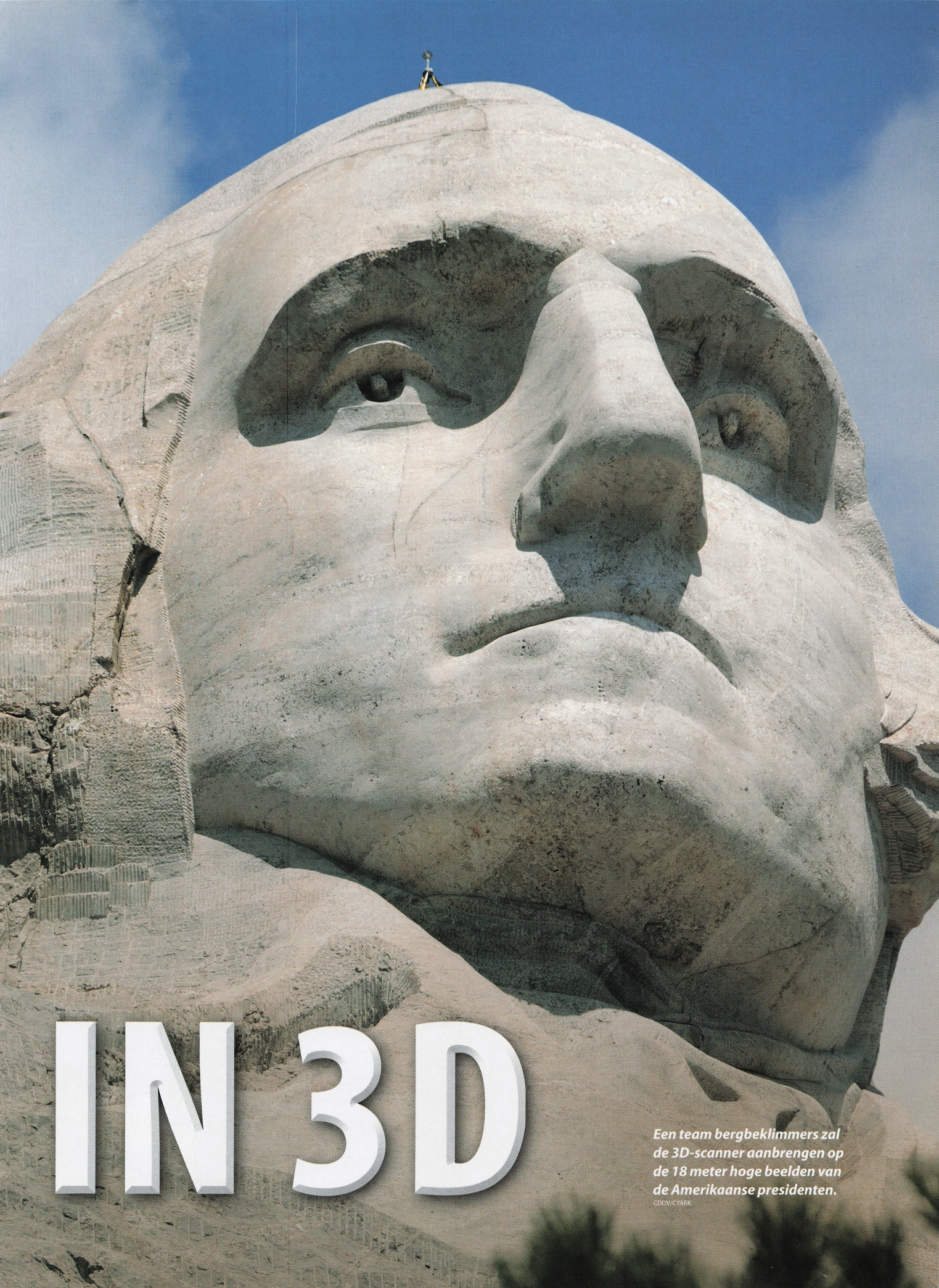
Het wereldcultuurerfgoed wordt bedreigd door branden, oorlogen en natuurgeweld. Waardevolle artefacten kunnen verloren gaan in seconden of door de eeuwen heen wegbrokkelen. Nu maakt een particuliere organisatie echter kopieën van de grootste schatten ter wereld – in de computer.

Met het 3D-model is schade aan de presidenten beter op te sporen.
CYARK

PRESIDENTEN UITGEHAKT IN BITS EN BYTES

Je krijgt niet elke dag de kans om op de neus van een Amerikaanse president te klimmen. Maar een team van CyArk kreeg daar toestemming voor, toen het afgelopen zomer de tot nu toe moeilijkste 3D-scans ooit wilde maken, op Mount Rushmore in South Dakota in de VS. Hier zijn de hoofden van vier Amerikaanse presidenten in de bergwand uitgehouwen, en de neuzen en gezichten waren de grootste uitdaging. Er kwam een speciaal klimmersteam aan te pas om de scanner op de 18 meter hoge granieten beelden aan te brengen.

CyArk werkte nauw samen met het nationaal park waarin de berg ligt. De overheid wil de scans vooral gebruiken als een soort back-up voor als er schade aan de beelden is. In het park, dat jaarlijks door miljoenen toeristen wordt bezocht, breekt de natuur de beelden langzaam af, en elk jaar moeten bergbeklimmers de wand op om scheuren in het enorme kunstwerk te dichten. Voortaan zal eventuele schade echter veel makkelijker zijn op te sporen, want dankzij CyArk is er nu een compleet 3D-model van de presidentiële koppen.



IN 3D

Een team bergbeklimmers zal de 3D-scanner aanbrengen op de 18 meter hoge beelden van de Amerikaanse presidenten.

CDDV/CYARK

3D-VERSIE STELT KERKGEVEL VEILIG

Salvador da Bahia was van 1549 tot 1763 de eerste Portugese hoofdstad in Brazilië. In die stad, nu de op twee na grootste in Brazilië, werd in 1558 de eerste slavenmarkt van de Nieuwe Wereld opgericht. Dankzij de slaven werd er een vermogen verdiend aan de suikerplantages in de omgeving. Een deel van het geld werd begin 19e eeuw gebruikt om de São Francisco-kerk midden in de stad te bouwen. De versiering van de barokke kerk is deels van de hand van slaven.

Samen met het stadscentrum kwam de kerk in 1985 op de werelderfgoedlijst, die door Unesco, de culturele organisatie van de VN, wordt opgesteld. In 2004 maakten CyArk en twee lokale universiteiten een laserscan van de buitenkant van de kerk. Het 3D-model van de scan is later gebruikt voor het onderhoud en de restauratie van de rijkelijk versierde gevels van de kerk.

CYARK

De São Francisco-kathedraal in de Braziliaanse stad Salvador da Bahia werd begin 19e eeuw opgebouwd. In 1985 kwam de kerk op de werelderfgoedlijst.

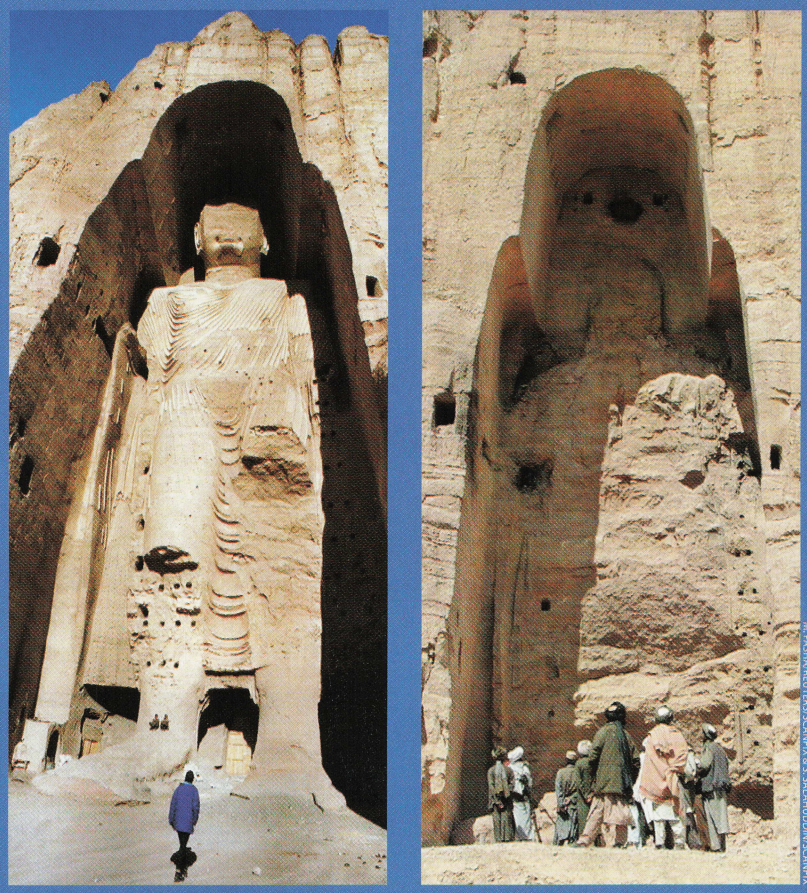
Een laserscan maakte het veel makkelijker om de kathedraal te onderhouden en te restaureren.

CYARK

Hoog in de bergen van Afghanistan stonden 1500 jaar lang twee grote boeddhabeelden. Ze waren wel 53 meter hoog en in de rots uitgehakt. Maar in 2001 besloten de Taliban, die er toen de machthebbers waren, dat het weg moest. De regerende islamitische militie beschouwde deze beelden niet als een onderdeel van het culturele erfgoed van het land, maar als afgoden, en heeft ze daarom opgeblazen met dynamiet.

Dit maakte veel indruk op ingenieur Ben Kacyra, van Irakese afkomst. In zijn jeugd nam zijn vader hem al mee naar veel historische plekken in Irak, en zo leerde hij de bouwwerken van vroeger op waarde schatten. Later emigreerde Kacyra naar de VS en daar verdiende hij een vermogen, niet in de laatste plaats door een 3D-laserscanner te ontwikkelen die makkelijk te hanteren was.

In 2001 verkocht Kacyra de uitvinding aan het bedrijf Leica Geosystems. De opbrengst ging naar een familiefonds, dat in 2002 CyArk oprichtte: een non-profitorganisatie met als doel een groot deel van het cultureel werelderfgoed met een 3D-laser te scannen. Zo zouden er digitale kopieën in drie dimensies van de culturele schatten komen. Deze kopieën worden opgeslagen als back-up, zodat het bijvoorbeeld mogelijk wordt om een bouwwerk of versiering te reconstrueren als het beschadigd of verwoest is.



M. PASHA/REUTERS/SCANPIX & S. SALAHUDDIN/SCANPIX

De Taliban brachten het ruim 50 meter hoge boeddhabeeld, dat in hun ogen een afgod was , in 2001 ten val. Nu zijn er plannen om het beeld te reconstrueren, en daarbij zou een 3D-scan een enorme hulp zijn.

34 erfgoedplekken bedreigd

De vernietiging van de boeddhabeelden is een schrijnend voorbeeld, maar er zijn nog veel meer erfgoedlocaties in gevaar. De VN-organisatie Unesco, die de locaties voor de werelderfgoedlijst selecteert, heeft nu ook bedreigde erfgoedlocaties aangewezen. Van de 911 plekken die als werelderfgoed zijn aangewezen, staan er 34 op deze lijst. De dreiging gaat van oorlog tot en met aardbevingen, maar ook nieuwe klimaatgevaren liggen op de loer, want een groot deel van het erfgoed ligt zo laag dat markante bouwwerken overstroomd kunnen raken als de zeeën stijgen door de opwarming van de aarde.

Al staat een gebouw, een stad of een gebied op de werelderfgoedlijst, dat is nog geen garantie dat de locatie bewaard blijft. Denk alleen al aan door mensen veroorzaakte dreigingen, zoals een al te intensief toerisme, vervuiling en steden die ongebreideld uitdijen. Dat laatste is bijvoorbeeld het geval in de historische stad Zabid in Jemen, waar 40% van de originele gebouwen is vervangen door moderne betonnen bouwwerken. Zabid kwam daarom in 2000 op de werelderfgoedlijst, en Unesco helpt nu de lokale overheden initiatieven uit te werken die de stad veilig moeten stellen.

Woestijnstad in puin na schokken

In de stad Bam in Iran is te zien welke verwoestingen natuurrampen kunnen aanrichten. Bam ligt aan de oude Zijderoute, en werd in de 16e en 17e eeuw uit leem opgetrokken, inclusief de enorme citadel. In 2002 verzocht de stad om een plek op de werelderfgoedlijst, maar in december 2003 werd Bam in puin gelegd door een krachtige aardbeving, waarbij 26.000 mensen omkwamen. Desalniettemin besloot Unesco in 2004 om de stad op de werelderfgoedlijst te zetten, en meteen ook op de lijst van bedreigd erfgoed. Dat zou de wederopbouw er een stuk makkelijker op maken.

Er zijn dus genoeg redenen om het werelderfgoed te beschermen, ook digitaal. CyArk heeft het ambitieuze plan om binnen vijf jaar 3D-laserscans te maken van 500 plekken ter wereld die het waard zijn behouden te blijven. De organisatie richt zich vooral op plaatsen die op de werelderfgoedlijst van Unesco staan. Justin Barton, hoofd technische zaken van CyArk, merkt echter op dat er geen officiële banden met Unesco zijn.

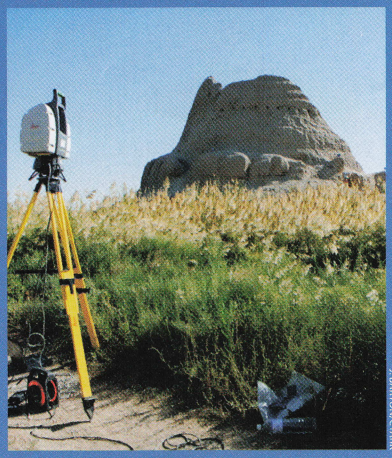
'We werken dagelijks naar ons doel toe om 500 plekken te scannen, maar we hebben op voorhand geen lijst van geselecteerde locaties,' aldus Barton.

Vooralsnog zijn er ruim 30 plekken gescand, en dat zijn soms uitgestrekte, ▶

Scanner tekent met laserstralen

De 3D-scanner zendt een continue laserstraal uit, die niet zichtbaar is voor het oog. De scanner draait langzaam 360 graden rond en registreert hoe snel de straal terugkomt. Elk punt dat de straal weerkaatst, krijgt een x-y-z-coördinaat. Miljoenen metingen vormen een wolk van punten, die door speciale software tot een 3D-beeld worden verbonden.

De scanner werkt tot op honderden meters afstand, maar zoomt ook op details in als hij dichter bij het voorwerp staat. Het 3D-beeld is maatvast en kan van alle kanten bekeken worden.



J. BARTON/CYARK

De oasestad Merv in Turkmenistan is een van de reeds gescande locaties.

apparatuur was eerst nog groot en log. Nu is een laserscanner niet veel groter dan de apparatuur van landmeters, en de nauwkeurigheid neemt nog altijd toe.

Wolk van punten wordt 3D

Een 360 gradenscan duurt meestal een minuut of twee, en met een extra hoge resolutie drie à vier minuten. Het principe is vrij simpel: de scanner zendt een straal uit en als die op een vast materiaal valt, zoals een wand, komt een deel van de straling terug. De scanner vangt nu de weerkaatste straling op en de software berekent hoe ver het is van de scanner tot het betreffende punt. Het resultaat is in technisch jargon een puntenwolk: een zee van coördinaten die vertellen waar de laser een vast oppervlak treft.

De volgende stap in het proces is de puntenwolk vertalen in een 3D-beeld.

▶ complexe gebieden, die zó een aantal weken werk kosten. Zo zijn de ruïnes van de Romeinse stad Pompeii, die in het jaar 79 bij een vulkaanuitbarsting bedolven werd, aan alle kanten gescand. Maar de tot dusver meest ingewikkelde opgave is volgens Justin Barton Mount Rushmore, de berg in de VS waarin de koppen van vier presidenten zijn uitgehouwen.

'Dat was echt de grootste uitdaging die we hebben gehad. We moesten een speciale driepoot maken die een scanner op de presidentengezichten gericht kon houden. Die moest gestabiliseerd worden met touwen, en er stond een heel team klimmers klaar,' aldus Barton.

Herbouw makkelijker met scans

Op sommige plekken was het scannen in één dag te doen. Bijvoorbeeld toen CyArk een gebouw in Oeganda scande waar vier koningsgraven lagen. Het lot heeft daar vorig jaar toegeslagen, en een jaar na de scans is het gebouw uitgebrand. De vele 3D-tekeningen zijn van onschatbare waarde bij de ophanden zijnde reconstructie van het grafmonument.

De scans worden meestal uitgevoerd door lokale bedrijven die de benodigde apparatuur hebben, maar wel in nauwe samenwerking met vertegenwoordigers van CyArk. Veel universiteiten werken ook met CyArk samen. De scantechniek is in de jaren 1990 ontwikkeld, maar de

SHUTTERSTOCK

De beroemde gezichten op Paaseiland, de Moai, zijn tussen 1250 en 1500 uitgehakt. Sommige beelden brokkelen langzaam maar zeker weg.

Een ingenieur op vakantie op Paaseiland nam het initiatief om de beelden te laten scannen in samenwerking met CyArk.

AUTODESK, METCO, LEICA GEOSYSTEMS & CYARK

Daar is speciale software voor nodig. Dat was lange tijd een zwak punt van het laserscannen, maar de laatste jaren is de software sterk verbeterd, en daardoor hebben de 3D-beelden nu een zeer hoge resolutie. Na een geslaagde scan zijn er details van millimeters klein te zien, en daarom kunnen scans zelfs de fijnste structuren weergeven, zoals die op de ornamenten van een kathedraal. Het scannen zelf is volkomen onschadelijk, omdat de laserstraal zo zwak is dat die niet in het te scannen materiaal dringt.

Heeft de computer eenmaal een 3D-model opgebouwd, dan is dat model voor van alles te gebruiken. Het is maatvast, zodat oppervlakken te berekenen zijn op grond van het model alleen, en het 3D-beeld is in alle richtingen te draaien en keren. Op die manier kan een bouwwerk van alle kanten bestudeerd worden – vanachter de computer. Maar 3D-scans kosten wel veel geheugen, juist omdat ze zo gedetailleerd zijn. Als CyArk een gebouw of een locatie van de werelderfgoedlijst heeft gescand, worden er voor de zekerheid direct reservekopieën van gemaakt. Eén kopie wordt uitgereikt aan de overheid die de locatie in kwestie beheert; een andere kopie wordt in de archieven van CyArk bewaard.

Scans besparen weken werk

Via de 3D-scans valt te volgen of een gebouw beschadigd is, en omdat ze zo gedetailleerd zijn, kunnen ze ook dienen als instrument bij de restauratie of zelfs de heropbouw van een gebouw. De 3D-scans zijn niet in de laatste plaats voor archeologen een revolutie. Voorheen moesten zij alles met meetlinten precies opmeten, en vaak onder de moeilijkste omstandigheden, zoals in een nauwe gang in een ruïne of een grafkamer. De metingen en daaropvolgende schetsen kostten de archeologen weken werk, maar dankzij de scanners is de meting zelf in een paar uur te doen, waarna de archeologen de tekeningen – die nu drie dimensies hebben en vele malen nauwkeuriger zijn dan zelfs de meest getrainde deskundige kan maken – achter de computer interpreteren.

Als de archeologen hun oog op een detail laten vallen, kunnen ze inzoomen en het zorgvuldig bestuderen. En er zijn tegenwoordig ook scanners die geschikt zijn om voorwerpen van heel dichtbij te scannen. Met de 3D-beelden van een dergelijke scanner is het zelfs mogelijk om details precies te ▶

BEELDEN PAASEILAND IN VERVAL

Rapa Nui – zo noemen de bewoners hun eiland in de Stille Oceaan. De Hollanders doopten het Paaseiland, en het staat bekend om zijn oude, tot 20 meter hoge stenen beelden, die over het eiland en over zee uitkijken. Ze stammen uit 1250 tot 1500 en zijn uit basalt gehouwen. Sommige zijn robuust, maar andere verweren door regen en vocht, en daarom moeten ze tegen de tand des tijds beschermd worden.

Een ingenieur die in 2007 op Paaseiland op vakantie was, bracht de benodigde apparatuur bijeen en van oktober 2007 tot februari 2008 werden de beelden gelaserscand. Dat gold ook voor de steengroeves waar de steenblokken uit komen. Het resultaat van de scans is bij CyArk gearchiveerd. De scans zullen onder andere van pas komen als de beelden hersteld moeten worden, want ze vallen aan erosie ten prooi.

3D-scanner werkt de wereld af

CyArk heeft nu kopieën van ruim 30 van de 500 werelderfgoedplekken die het bedrijf wil scannen.

1 **Merv** • Turkmenistan, stad op de Zijderoute
2 **Thebe** • Egypte, tempel
3 **Angkor Wat** • Cambodja, het grootste religieuze complex
4 **Bab al-Barqiyya** • Egypte, 800 jaar oud fort
5 **Karmelietenkerk** • Weißenburg, Duitsland
6 **Kathedraal van Beauvais** • Frankrijk
7 **Chavín de Huántar** • Peru, tempelruïnes
8 **Chichén Itzá** • Mexico, ruïnes van de Mayastad
9 **Deadwood Hotel** • VS, historische stad in South Dakota
10 **Fort Laramie** • Wyoming, VS
11 **Hypogeum dei Volumni** • Italië, Etruskengraven
12 **Mesa Verde** • VS, indiaanse rotswoningen in Colorado
13 **Monte Albán** • Mexico, hoofdstad van de Zapotec-cultuur
14 **Mount Rushmore** • VS, granieten beelden Amerikaanse presidenten in South Dakota
15 **Ninive** • Irak, ruïnes van stad en muur van Assyrische cultuur
16 **Pisa** • Italië, hele torencomplex
17 **Pompeii** • Italië, ruïnes van een Romeinse stad (deels gescand)
18 **Presidio of San Francisco** • VS, voormalig Spaans legerhoofdkwartier in Californië
19 **Qal'at al-Bahrain** • Bahrein, ruïnes en resten van fort
20 **Moai** • Rapa Nui (Paaseiland), stenen standbeelden
21 **Romeinse baden** • Duitsland, in 1977 ontdekt in Weißenburg
22 **Koningsgraven in Kasubi** • Oeganda
23 **St. Sebaldus** • Duitsland, middeleeuwse kerk in Nürnberg
24 **Saint-Trophime** • Frankrijk, pelgrimskerk in Arles
25 **São Francisco** • Brazilië, kathedraal in Salvador da Bahia
26 **Bogenbrug over de Donau** • Regensburg, Duitsland
27 **Tambo Colorado** • Peru, resten van Incanederzetting
28 **Tikal** • Guatemala, resten van stad die door Maya's is gebouwd
29 **Tudor Place** • VS, 19e-eeuws paleis in Washington D.C.
30 **Hawaii** • VS, paleizen van de oorspronkelijke bevolking
31 **Sint Anna-Kerk** • Vilnius, Litouwen
32 **Rosslyn Chapel** • Schotland
33 **Missions of San Antonio** • VS, missionarisgebouwen in Texas

CLAUS LUNAU

▶ bekijken die nog geen millimeter groot en nog geen haar dik zijn.

De olie-industrie zag al heel snel de mogelijkheden van laserscans in. Het is een tak van industrie met veel complexe installaties, zoals in elkaar gevlochten buizen, en de beste tweedimensionale tekeningen zijn zelfs niet altijd goed genoeg om het overzicht te krijgen als een installatie bijvoorbeeld omgebouwd moet worden, of als er een mankement is. Veel mensen vinden het lastig om een vlakke tekening te lezen; 3D-beelden zijn wat dat betreft veel makkelijker, omdat ze aansluiten bij de werkelijkheid. Als een ingenieur moet bepalen of een buis op een olieplatform past, kan hij dat makkelijk bekijken met het 3D-model.

Van de industrie heeft het gebruik van 3D-laserscans zich verspreid naar nieuwe omgevingen. Ontwerpers maken nu veel gebruik van 3D-scans, en ook de auto-industrie en de bouw zijn gebaat bij deze relatief nieuwe techniek.

Virtuele erfgoedwandeling

De politie maakt tegenwoordig scans van ongelukken, want die kunnen van pas komen als er in een rechtszaak twijfel is over de schuldvraag. Forensisch experts kunnen ook een 3D-scan maken van een plaats delict, deels voor documentatie en deels met het oog op nader onderzoek, dat op die manier nog effectiever kan worden, omdat het als het ware mogelijk is om die plaats delict onder de arm te nemen, ernaar terug te gaan en nieuw onderzoek te doen als er twijfels rijzen.

Voor CyArk is en blijft het echter de historische documentatie die telt. De organisatie zet steeds nieuwe scans van het werelderfgoed op haar website. In verband met de 3D-scans worden er veel traditionele foto's genomen, die ook op de website gepresenteerd worden.

Het is 60 jaar geleden dat Ben Kacyra met zijn vader in de ruïnes van het oude, rijke Iraakse verleden rondliep om ze te bestuderen. Zo werd zijn interesse in het cultureel erfgoed gewekt, die levenslang zou duren. CyArk geeft die interesse nu door via zijn website. Het bedrijf werkt samen met onder meer Google Earth om het werelderfgoed zo natuurgetrouw mogelijk te presenteren. En over een tijdje kunnen we misschien een virtuele wandeling maken door de historische steden die we zelf niet kunnen bezoeken. Dat geldt ook voor andere plekken, zoals het wrak van de Titanic, dat CyArk ook wil scannen, zodra dat mogelijk is.

Meer hierover op **www.wibnet.nl**

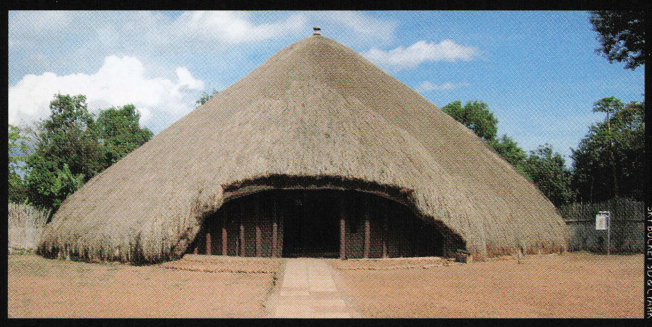
KONINGSGRAF GING IN VLAMMEN OP

Op 17 maart 2010 viel een van de belangrijkste bouwwerken van Oeganda ten prooi aan de vlammen: het koningsgraf bij Kasubi. Het lag op slechts 5 kilometer van de Oegandese hoofdstad Kampala. Vier koningen van het koninkrijk Buganda, dat 700 jaar regeerde, waren begraven in het ronde gebouw met het rieten dak, dat een religieus ambachtscentrum was. De brand was niet alleen een nationale ramp, maar ook een verlies voor de wereld, want de graven stonden sinds 2001 op de werelderfgoedlijst van Unesco.

De ronde tombe van 31 meter doorsnee en 7,5 meter hoog was gebouwd van organisch materiaal: de palen waren van hout, de wanden van gevlochten riet, en het dak was bedekt volgens een methode die alleen een bepaalde stam beheerst, en die van generatie op generatie overgaat. Maar er was een lichtpuntje.

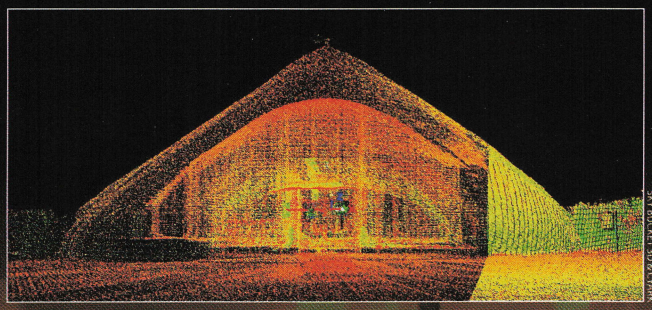
In februari 2009 had een landmeter en partner van CyArk de tombe namelijk bezocht, en hij was erin geslaagd om in één dag 3D-scans te maken van het grote, zeer bijzondere gebouw. Het was overigens voor het eerst dat CyArk een scan maakte in Afrika ten zuiden van de Sahara, en alle gegevens van de scan werden onmiddellijk ter beschikking gesteld van het beheer van de plek.

Al op de dag na de brand besloot de president van het land dat de koningsgraven herbouwd moesten worden, maar Oeganda is arm, dus er is behoefte aan hulp en expertise van buitenaf. Unesco besloot die ter beschikking te stellen, en het lijdt geen twijfel dat de 3D-scans een belangrijk instrument zullen zijn om het grafmonument te reconstrueren, want CyArk zal uiteraard al het nodige materiaal ter beschikking stellen.



SKY BUCKET 3D & CYARK

De Kasubi-tombe voor vier Afrikaanse koningen was een belangrijk nationaal en religieus monument in Oeganda.



SKY BUCKET 3D & CYARK

In 2009 is de tombe gescand als het eerste gebouw ten zuiden van de Sahara. Het 3D-beeld is nu bijzonder welkom.

Het jaar na de scans brandde het grafmonument af. Nu kan het met de 3D-modellen worden herbouwd.

AFP/SCANPIX

Verrassend onderzoek

Botten zijn hard en en kunnen niet buigen en rekken, zoals ons andere weefsel. Toch zijn botten actief.

Botten bemoeien zich met chemische processen in het lichaam:

ONS SKELET STUURT DE STOFWISSELING

Het skelet is geen passieve kapstok die ons lichaam alleen maar rechtop houdt. De botten blijken een centrale rol te spelen bij de regeling van de stofwisseling en de ontwikkeling van diabetes. Deze ontdekking geeft hoop op een nieuwe behandeling van diabetes en misschien ook van obesitas.

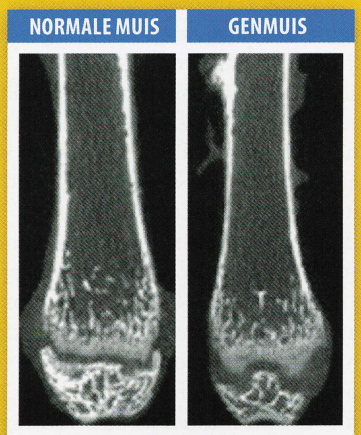
 Door Gorm Palmgren. Illustraties: Claus Lunau

We staan er niet elke dag bij stil, maar het skelet is springlevend en de botten worden constant afgebroken en opnieuw opgebouwd. Dit proces is al langer bekend, maar nu blijkt dat dit ook heel andere doelen dient dan alleen het onderhouden van het skelet.

Tijdens het proces scheiden de botten een hormoon af dat de insulineproductie in de alvleesklier beïnvloedt en daardoor speelt het skelet een centrale rol in de stofwisseling. Het hormoon heet osteocalcine en al in 2007 ontdekte men wat het voor de stofwisseling kan betekenen, toen Gerard Karsenty, onderzoeker aan de Columbia University in New York, een aantal gemuteerde muizen bestudeerde die het hormoon niet konden aanmaken. Aangezien het hormoon tijdens de botgroei wordt geproduceerd, zou je denken dat het daarvoor dient. Dat bleek echter anders te zitten. Daarnaast ontdekte Gerard Karsenty dat de muizen diabetes ontwikkelden wanneer de botten geen osteocalcine meer produceerden.

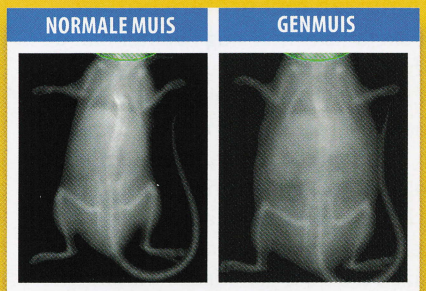
Documentatie

Genmuizen kregen dunne botten en meer vet



In de derde week hadden de genmuizen een zichtbaar dunner dijbot dan de muizen die niet waren gemodificeerd.

In 2010 heeft de Amerikaanse onderzoeker Thomas Clemens muizen genetisch zo gemanipuleerd dat hun botten niet langer op insuline reageerden. Het resultaat was dat de muizen minder botweefsel ontwikkelden. Ze werden dik en kregen ze diabetes.



In week 24 waren de genetisch gemanipuleerde muizen veel dikker dan hun soortgenoten.

CELL/T. CLEMENS, JOHNS HOPKINS UNIV.

Het laatste puzzelstukje

Karsenty en veel andere wetenschappers zochten een samenhang tussen botten en diabetes. In de zomer van 2010 vielen de laatste puzzelstukjes die aangeven wat het skelet voor de hele stofwisseling betekent, eindelijk op hun plek. Botten sturen niet alleen de insulineproductie in de alvleesklier aan, maar hun eigen groei en hormoonproductie worden ook door insuline aangestuurd. Nu denken de wetenschappers dat de botten onze stofwisseling helpen afstemmen op de lichaamsbehoefte, bijvoorbeeld in de groei, en dat andere mechanismen de stofwisseling afstemmen op dagelijkse patronen, zoals slapen en eten.

Wanneer botten langer en dikker worden, kunnen ze niet net als ander weefsel uitrekken. Hun opbouw is te vergelijken met gewapend beton, waarbij een netwerk van sterke eiwitvezels wordt gevuld met minerale afzettingen, die ze hard en stijf maken. In het dode botweefsel zitten levende cellen, waarvan twee typen extra belangrijk zijn voor de botgroei. Type één: de osteoclasten, ook wel botafbrekers genoemd. Het zijn cellen die over de botten glijden en het botweefsel los schaven. Ze breken de botten dus af, terwijl de osteoblasten, de botvormers, nieuw botweefsel afzetten en zo de botten opnieuw opbouwen. De botten groeien doordat de twee celtypen hun activiteiten coördineren. De schedel bijvoorbeeld wordt groter doordat deze voornamelijk aan de binnenkant wordt afgebroken en vooral aan de buitenkant opnieuw wordt opgebouwd.

Het nieuwe onderzoek van Gerard Karsenty uit 2010 toont aan dat wanneer de botvormers actief zijn en botweefsel aanmaken, ze tegelijkertijd het hormoon osteocalcine produceren. Het hormoon wordt in een inactieve vorm aangemaakt en moet eerst een chemische modificatie ondergaan om te worden geactiveerd. Dit proces is volledig afhankelijk van de osteoclasten. De botten moeten dus de gebruikelijke afbraak en opbouw voor hun groei of onderhoud doormaken, voordat ze actieve osteocalcine kunnen vormen en afgeven aan het bloed. En vervolgens zet het hormoon de alvleesklier aan tot het produceren van insuline.

Insuline zet de lichaamscellen aan om glucose uit het bloed op te nemen, en verlaagt zo het bloedsuikergehalte. En in de botten heeft het nog een heel speciale functie. Het zorgt er namelijk voor dat de botvormers en botafbrekers harder gaan werken, waardoor ze niet alleen meer botweefsel produceren, maar tegelijk de productie van osteocalcine opvoeren en daarmee ook de insulineproductie in de alvleesklier. Zolang alles maar goed gaat, wordt er voldoende insuline aangemaakt om het bloedsuikergehalte op peil te houden. Maar als er iets fout gaat, waardoor de botten en de alvleesklier elkaars hormoonproductie niet meer kunnen stimuleren, daalt de insulineproductie en wordt de kans op diabetes groter.

Muizenonderzoek wijst de weg

Een andere onderzoeksgroep, onder leiding van Thomas Clemens aan de Johns Hopkins University School of Medicine in Baltimore in de Amerikaanse staat Maryland, presenteerde in 2010 de resultaten van een aantal onderzoeken, waarbij de wetenschappers de samenhang tussen insuline en botgroei hadden bestudeerd door muizen genetisch te manipuleren. Met een geavanceerde techniek hadden de onderzoekers de insulinereceptor op de osteoblasten geëlimineerd. Daardoor kon dit celtype in de botten dus als enige niet meer op insuline reageren.

De genetisch gemodificeerde muizen maakten minder botweefsel aan en het gehalte van de actieve vorm van het ▶

▶ bothormoon osteocalcine in het bloed was lager. De muizen werden dikker en kregen diabetes. Deze resultaten steunen de theorie dat de botten de stofwisseling regelen door de insulineproductie aan te sturen en ze lijken ook te verklaren waarom het osteocalcinegehalte in het bloed vaak lager is bij diabetici. Dit was tot nu toe onverklaarbaar, maar in het licht van het nieuwe onderzoek ligt het precies in de lijn der verwachting.

Genmuizen met grotere botten

Het skelet is echter nog hechter aan de stofwisseling verbonden, en niet alleen via insuline. De vetreserves van het lichaam scheiden namelijk leptine af, een hormoon dat de zenuwcellen in de hersenstam activeert en de osteoblasten via het sympatische zenuwstelsel een teken geeft om de botgroei af te remmen. Muizen die door genetische modificatie geen leptine kunnen aanmaken, hebben dus niet dit vermogen om de botgroei af te remmen en hun botmassa is als gevolg daarvan wel 40 tot 50% zo groot als bij normale muizen. De leptineproductie in de vetreserves hangt af van hun omvang; dikke mensen maken dus meer leptine aan. Theoretisch gezien zou dit echter de botgroei afremmen en dientengevolge ook de productie van osteocalcine. De alvleesklier zou daarop minder insuline produceren; het bloedsuikergehalte is dan niet langer onder controle. Zo kan obesitas door een samenspel met de botten mogelijk leiden tot diabetes.

Karsenty probeert de nieuwe kennis over osteocalcine zodanig toe te passen dat het bruikbaar is als medicijn voor de behandeling van diabetes. Zo'n middel kan de traditionele insuline-injecties aflossen. Niet alleen artsen beschikken dan over een middel in de strijd tegen deze snel groeiende volksziekte, maar het kan ook een betere behandelingsstrategie zijn. Osteocalcine richt zich namelijk op de oorzaak van de ziekte – het onvermogen van de alvleesklier om insuline aan te maken – en zet deze ertoe aan het hormoon weer te produceren.

Een andere volksziekte die gebaat kan zijn bij de nieuwe kennis, is obesitas. In 2007 creëerde Karsenty gemuteerde muizen, waarbij het esp-gen, dat vrijwel alleen in de osteoblasten actief is, werd uitgeschakeld. Dat had een ingrijpend effect op hun stofwisseling en leidde ertoe dat hun vetreserves 40% kleiner waren dan bij normale muizen. Daarbij kwamen de genetisch gemodificeerde muizen nauwelijks aan en ook als ze vet aten, steeg hun gewicht maar half zoveel als bij gewone muizen die ook vet aten. Door dit gen uit te schakelen, worden muizen dus niet dikker en daarom ligt het voor de hand om een nieuw medicijn tegen obesitas te zoeken onder stoffen die de werking van het gen op de een of andere manier beïnvloeden.

Bothormonen bij dikke kinderen

De botten en de alvleesklier beïnvloeden elkaar en veel onderzoekers denken dat de botten en vetreserves ook zo'n soort feedbackmechanisme hebben. Als de vetreserves de activiteit van de botten kunnen sturen, dan kan het lichaam de eigen stabiliteit beter garanderen als de botten op hun beurt de activiteit van de vetreserves kunnen beïnvloeden. Zoals eerder gezegd, kan osteocalcine zo'n rol spelen, maar dat is nog niet bewezen. Karsenty en andere onderzoekers zijn nog steeds bezig met hun studies.

Er is nog een ander signaal dat de botten de sleutel kunnen zijn tot een toekomstig middel tegen obesitas. Een recent onderzoek van Thomas Reinehr aan de Universität Witten/Herdecke in Duitsland heeft aangetoond dat dikke kinderen 17% minder osteocalcine in het bloed hebben dan kinderen met een normaal gewicht. Na een aanzienlijke gewichtsafname steeg het osteocalcinegehalte met 10%. Hier valt niet uit op te maken dat een laag osteocalcinegehalte tot obesitas leidt of dat obesitas leidt tot een laag osteocalcinegehalte.

Maar de resultaten duiden erop dat de botten niet alleen bij muizen kunnen ingrijpen in de stofwisseling. Naar alle waarschijnlijkheid is het mechanisme ook bij mensen aan het werk.

Meer hierover op **www.wibnet.nl**

Perspectief

Hoop op nieuwe middelen tegen volksziekten

De pas ontdekte rol van de botten bij de stofwisseling kan in de toekomst leiden tot nieuwe behandelingsmethoden bij twee groeiende volksziekten.

DIABETES

Achtergrond Bij patiënten met diabetes type 1 gaan de insulineproducerende bètacellen in de alvleesklier verloren. De productie van insuline neemt sterk af en aangezien dit hormoon bepalend is voor de mate waarin cellen glucose verbruiken, raakt het bloedsuikergehalte uit balans.

Gangbare behandeling Patiënten met diabetes type 1 moeten regelmatig insuline inspuiten.

Nieuwe mogelijke behandeling Botten die groeien maken het hormoon osteocalcine aan, dat de alvleesklier stimuleert om insuline te produceren. Door diabetici met osteocalcine te behandelen, kan de productie van insuline weer worden hersteld; het bloedsuikergehalte is dan weer op peil.

OBESITAS

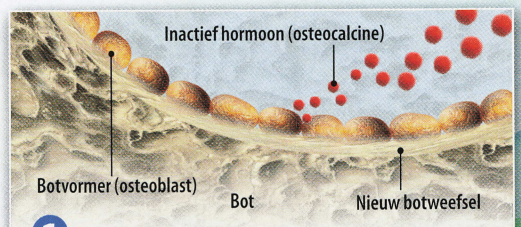
Achtergrond Meer dan de helft van alle mensen in het Westen is te zwaar en een kwart is obees. Obesitas komt door te veel eten en te weinig beweging, maar heeft ook genetische oorzaken.

Gangbare behandeling Obesitas kun je in de hand houden door betere eet- en beweeggewoonten. Een medische behandeling bestaat vaak uit een chirurgische ingreep, waarbij de maag en het maag-darmkanaal worden verkleind.

Nieuwe mogelijke behandeling De onderzoekers denken dat de botten een stof afscheiden, wellicht osteocalcine, die de activiteit en omvang van de vetreserves stuurt. Als deze stof wordt gevonden, kan daarmee mogelijk de opbouw van vetreserves worden afgeremd.

BOTTEN LATEN ORGANEN WERKEN

Er is een nauw samenspel tussen de botten en de stofwisseling. De botten maken een hormoon aan dat de insulineproductie in de alvleesklier regelt. Omgekeerd stuurt de alvleesklier de groei van de botten aan.



1 Botvormende cellen, zogeheten botvormers, produceren nieuw botweefsel. Tegelijk ***maken botvormers het hormoon osteocalcine aan.*** Het geproduceerde hormoon is een inactieve variant.

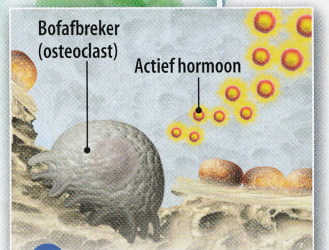
4 Insuline zet lichaamscellen ertoe aan om glucose uit het bloed op te nemen. Ook ***zorgt insuline ervoor dat de botvormers harder gaan werken.*** De botvormers en botafbrekers zetten nu meer botweefsel om en verhogen zo de productie van osteocalcine. Hierdoor maakt de alvleesklier ook meer insuline aan. Zolang deze cyclus aan de gang is, blijft het bloedsuikergehalte stabiel.

Vetreserve

Botten en vet werken samen

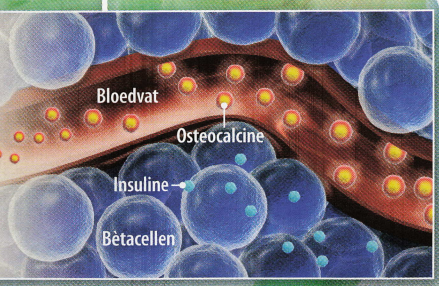
De botten hebben naar alle waarschijnlijkheid een bepaalde controle over de vetreserves en hun productie van het hormoon leptine, dat onze eetlust regelt. Omgekeerd beïnvloedt vet de botten. Leptine uit de vetreserves remt namelijk, via de hersenen en het sympatische zenuwstelsel, de groei van de botten af.

Alvleesklier



2 Een ander type botcellen, de botafbrekers, breekt het oude botweefsel af. Tijdens dat proces ***activeren de botafbrekers het hormoon osteocalcine.***

3 Osteocalcine gaat via het bloed naar de alvleesklier. Hier zorgt het hormoon ervoor dat insulineproducerende bètacellen zich gaan delen en ***insuline gaan produceren.***



OP WEG NAAR MARS

Mars heeft ons altijd gefascineerd, en de laatste tientallen jaren komt een bezoek aan de planeet dichterbij. In drie artikelen volgen we wat mensen ervoor overhebben: van hongeren op aarde tot de uiteindelijke kolonisatie.

SPL/SCANPIX

VOORBEREIDING

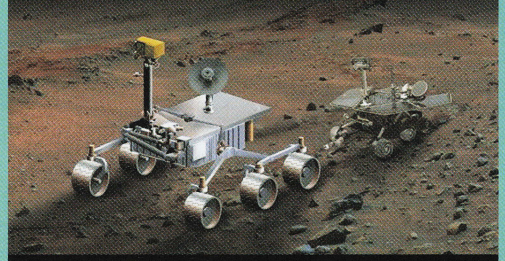
Geduldige astronauten doen het voorwerk op aarde.

M. DAUGAARD

Wetenschap in Beeld nr. 5/2011

VERKENNING

Tal van sondes geven ons kennis over de rode planeet.



NASA

Wetenschap in Beeld nr. 6/2011

VEROVERING

Ooit hebben we een basis op een andere planeet.

HENNING DALHOFF

Wetenschap in Beeld nr. 7/2011

Wordt het eerste huis op Mars een bakstenen bungalow? Bakstenen zijn ter plekke met weinig middelen te maken.

FUNDAMENT VAN EEN NIEUWE TIJD

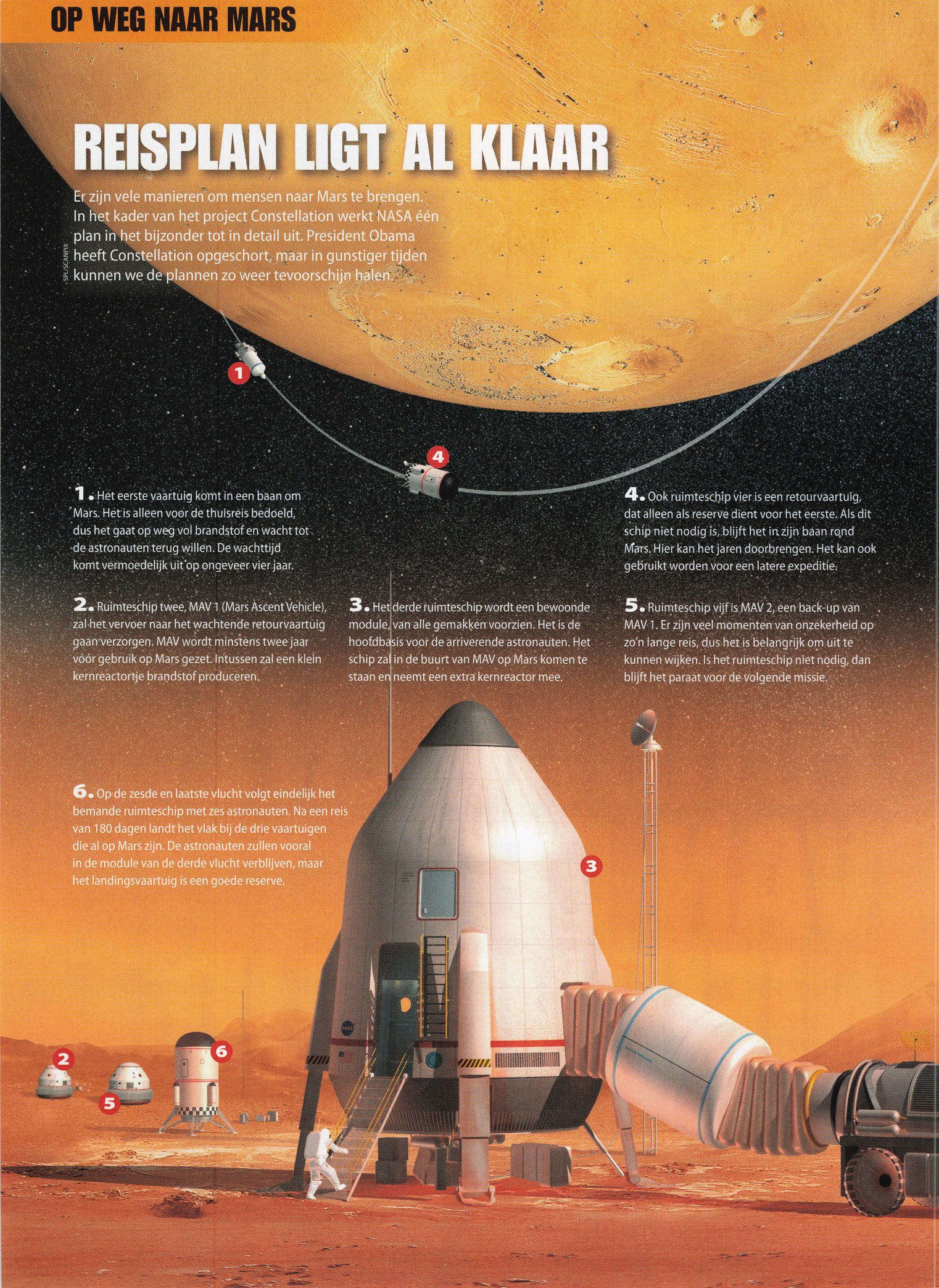
Een permanente basis op onze buurplaneet is geen verre droom meer. De plannen liggen al klaar en wachten alleen nog op financiering. En misschien blijft het niet bij een overdekte basis, maar kunnen we ooit de hele planeet bevolken.

Door Helle & Henrik Stub. Illustraties: Henning Dalhoff

REISPLAN LIGT AL KLAAR

Er zijn vele manieren om mensen naar Mars te brengen. In het kader van het project Constellation werkt NASA één plan in het bijzonder tot in detail uit. President Obama heeft Constellation opgeschort, maar in gunstiger tijden kunnen we de plannen zo weer tevoorschijn halen.

SPL/SCANPIX



1. Het eerste vaartuig komt in een baan om Mars. Het is alleen voor de thuisreis bedoeld, dus het gaat op weg vol brandstof en wacht tot de astronauten terug willen. De wachttijd komt vermoedelijk uit op ongeveer vier jaar.

2. Ruimteschip twee, MAV 1 (Mars Ascent Vehicle), zal het vervoer naar het wachtende retourvaartuig gaan verzorgen. MAV wordt minstens twee jaar vóór gebruik op Mars gezet. Intussen zal een klein kernreactortje brandstof produceren.

3. Het derde ruimteschip wordt een bewoonde module, van alle gemakken voorzien. Het is de hoofdbasis voor de arriverende astronauten. Het schip zal in de buurt van MAV op Mars komen te staan en neemt een extra kernreactor mee.

4. Ook ruimteschip vier is een retourvaartuig, dat alleen als reserve dient voor het eerste. Als dit schip niet nodig is, blijft het in zijn baan rond Mars. Hier kan het jaren doorbrengen. Het kan ook gebruikt worden voor een latere expeditie.

5. Ruimteschip vijf is MAV 2, een back-up van MAV 1. Er zijn veel momenten van onzekerheid op zo'n lange reis, dus het is belangrijk om uit te kunnen wijken. Is het ruimteschip niet nodig, dan blijft het paraat voor de volgende missie.

6. Op de zesde en laatste vlucht volgt eindelijk het bemande ruimteschip met zes astronauten. Na een reis van 180 dagen landt het vlak bij de drie vaartuigen die al op Mars zijn. De astronauten zullen vooral in de module van de derde vlucht verblijven, maar het landingsvaartuig is een goede reserve.

In 1952 schreef de later zo beroemde schrijver Arthur C. Clarke de roman *Sands of Mars* (Het rode zand van Mars). Het was de eerste poging de kolonisatie van onze buurplaneet te beschrijven, en de roman heeft ongetwijfeld onderzoekers geïnspireerd die zich later met de rode planeet bezighielden. Clarke had dan ook een aantrekkelijke wereld geschilderd met grote koepelsteden, waarin je rond kon lopen zoals hier op aarde. Er waren rode woestijnen met groene planten. En de temperatuur was zo hoog en de lucht zo dicht, dat je buiten kon lopen met je poolpak en je zuurstofmasker.

Tijdens een vlucht van één koepelstad naar een andere moeten de hoofdpersonen een noodlanding maken in een nog niet verkend gebied. Natuurlijk vinden ze niet alleen een bos, maar nog ook eens een paar kangoeroeachtige planteneters.

Uit deze passage blijkt wel hoe zeer de inzichten veranderd zijn sinds 1952. Dit zal ruimtereizigers nooit overkomen; dankzij onze sondes kennen we de positie van letterlijk elke steen voordat de eerste astronaut ook maar een voet in het rode stof zet. Daarom zijn de toekomstige astronauten ook geen ontdekkingsreizigers in klassieke zin, waarbij ze onbekende streken in kaart moeten brengen. Het zijn onderzoekers die elk detail moeten bekijken van een planeet die we bij voorbaat al kennen.

Maar al wijst de verkenning uit dat Mars veel minder op de aarde lijkt dan we vroeger dachten, de interesse om er bases en kolonies te vestigen is er niet minder om. De toegenomen kennis brengt ook goed én minder goed nieuws met zich mee, wat de kans op een permanente vestiging betreft.

Het goede nieuws is dat er op veel plekken heel veel ijs onder het oppervlak lijkt te zijn – zelfs vrij dicht bij de evenaar. En als we makkelijk bij water kunnen, zouden we veel bases kunnen bouwen. Het slechte nieuws is dat de atmosfeer zeer dun is. De luchtdruk die er heerst, is dezelfde als hier op aarde – maar dan op 30 kilometer hoogte. Er is ook geen ozonlaag om ons tegen de ultraviolette straling van de zon te beschermen, en dit betekent dat we buiten altijd een ruimtepak zullen moeten dragen.

ARCHIVE

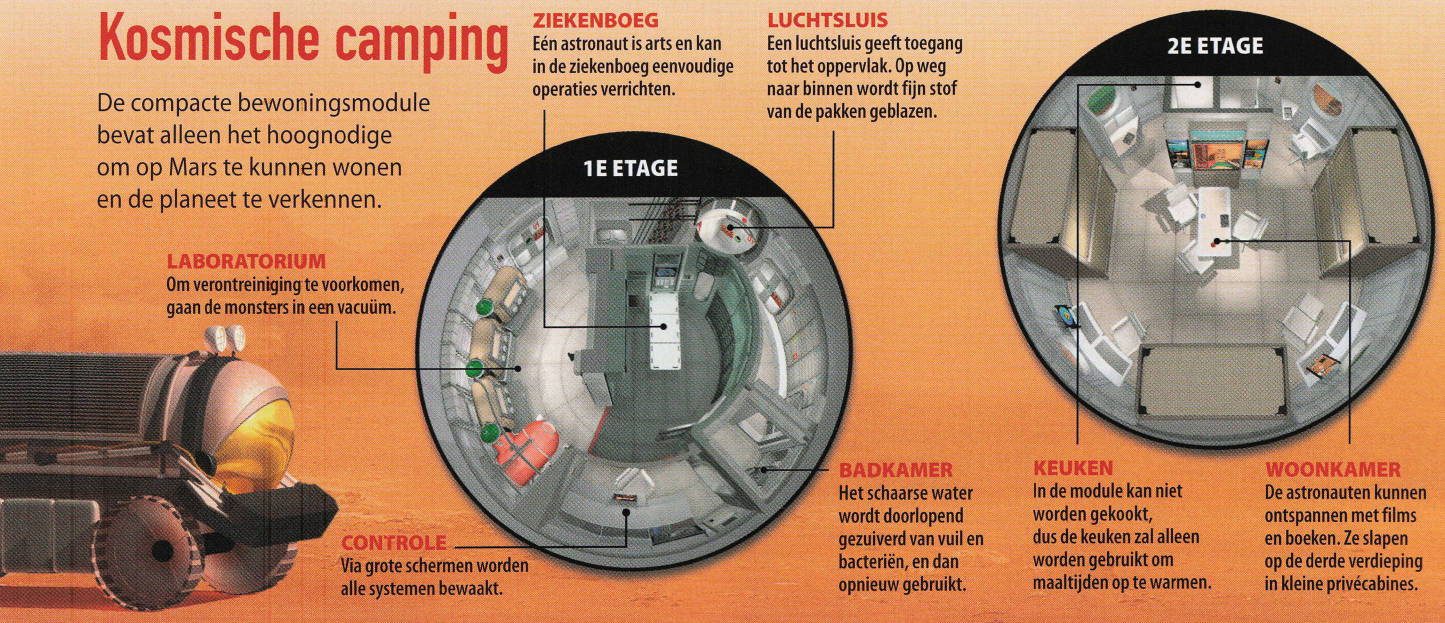
Het onherbergzame landschap van Devon Island in Noord-Canada doet sterk aan Mars denken. Daarom is er een kleine proefbasis opgezet.

Brandstof ter plekke produceren

De dunne atmosfeer en de vrij forse zwaartekracht maken een landing lastig. De atmosfeer kan sondes tot een paar ton, die aan een parachute afdalen, wel afremmen, maar dat gaat niet met 50 tot 60 ton zware ruimteschepen. Daarom zijn er bij de laatste fase van de landing remraketten nodig. Die slurpen echter brandstof, die van de aarde moet komen – miljoenen kilometers ver. Dit is zo'n groot probleem, dat we nu al moeten bedenken of we de brandstof voor de reis terug naar de aarde niet ter plekke ▶

Kosmische camping

De compacte bewoningsmodule bevat alleen het hoognodige om op Mars te kunnen wonen en de planeet te verkennen.



We vertrekken op z'n vroegst pas in 2036. Niet de technologie, maar de politiek zit in de weg. Het is het waarschijnlijkst dat een bemande missie tussen 2040 en 2050 wordt uitgevoerd.

Vadim Rygalov, hoogleraar en expert levensondersteunende systemen

NASA

kunnen produceren. Gelukkig blijkt uit onderzoek dat dit niet onmogelijk is.

Marsreizigers zullen waarschijnlijk bij de eerste landing al beginnen met het bouwen van een basis. Vanwege de grote afstand en de lange reistijd moeten we voor een verblijf denken in termen van maanden, en misschien zelfs jaren. Maar de eerste basis wordt bescheiden, en krijgt vrijwel zeker genoeg problemen om een tijdje bezig te zijn – van stof dat overal in doordringt tot en met kosmische straling.

De eerste basis zal mogelijk een prefabbasis zijn. Hij wordt gebouwd op aarde en naar Mars gestuurd met een onbemand ruimteschip. Daardoor is de grootte uiteraard beperkt. Een cilinder van 8 meter doorsnee en 11 meter hoog zou mogelijk moeten zijn. Dat is althans het idee van de vereniging The Mars Society, onder leiding van de charismatische ingenieur Robert Zubrin. The Mars Society bereidt de komst van de mens op Mars al jaren voor en heeft onder meer modellen van bases gebouwd in de Canadese poolstreek. De vereniging is bezig met het derde, meest geavanceerde model, Euro-MARS. Deze basis heeft drie verdiepingen en is erop berekend dat zes astronauten hierin bijna twee jaar lang op Mars kunnen verblijven.

Het eerste bezoek aan Mars zal waarschijnlijk 30 dagen duren. Met 30 dagen op Mars kunnen we in hetzelfde lanceervenster terug naar de aarde vliegen en de terugreis maken in 200 dagen.

Brian Harvey, Iers auteur/ruimte-expert

THE IRISH ASTRONOMICAL ASSOCIATION

Op de begane grond vinden we de wetenschappelijke laboratoria. Veruit de meeste monsters moeten namelijk ter plekke geanalyseerd worden, omdat er niet veel lading mee terug kan naar de aarde. De elektronenmicroscoop, die micro-organismen kan opsporen, en een röntgenspectrometer, waarmee de minerale samenstelling vastgesteld kan worden, zijn belangrijke apparaten. Een gaschromatograaf kan de monsters onderzoeken op de aanwezigheid van organische stoffen. De monsters moeten goed geïsoleerd worden, zodat er geen micro-organismen van Mars in de basis kunnen ontsnappen.

Op de begane grond lopen er twee luchtsluizen naar buiten. Daartussen ligt een werkplaats voor reparaties, en de ervaringen op het internationale ruimtestation ISS wijzen uit dat dit geen overbodige luxe is. Op de eerste verdieping liggen de keuken, woonkamer, badkamer, toiletten, stormshelter en fitnessruimte. Lichaamsbeweging is belangrijk, want de zwaartekracht op Mars bedraagt slechts een derde van die op aarde. Om botten en spieren in vorm te houden is één à twee uur sporten per dag noodzakelijk. De stormshelter wordt gebruikt bij incidentele uitbarstingen van de zon. De straling is dan gevaarlijk, omdat Mars zo'n dunne atmosfeer heeft en geen magnetisch veld kent. Op de bovenste verdieping heeft elke astronaut een slaapcabine met plek voor wat persoonlijke eigendommen.

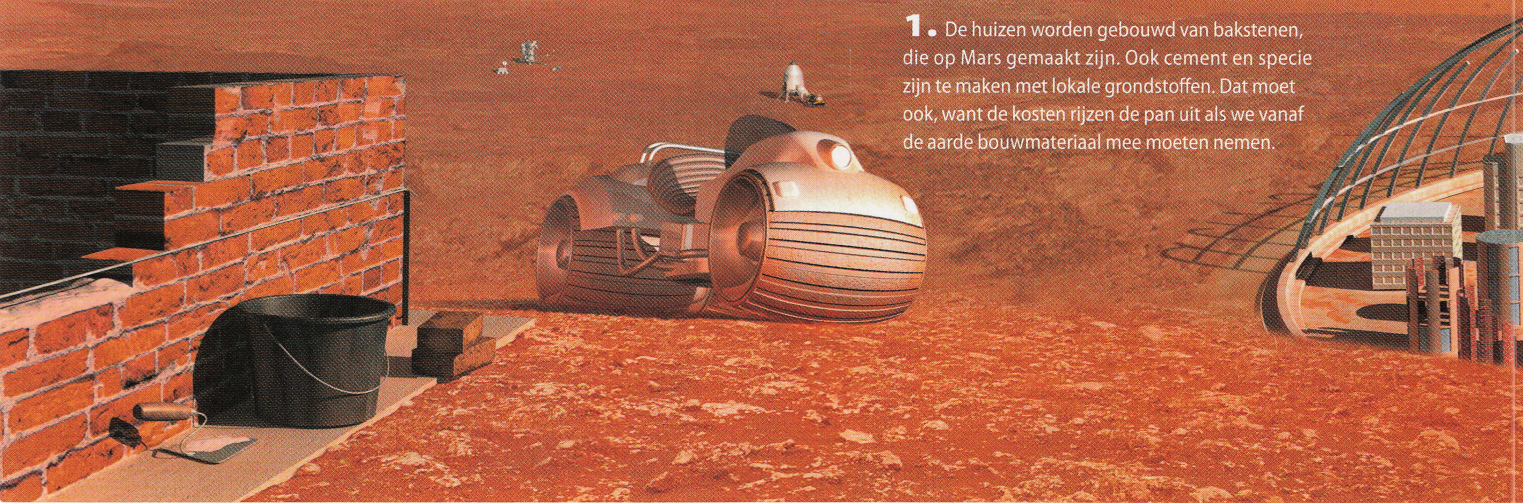
Al is de basis zo comfortabel mogelijk ingericht, het zal de astronauten goed doen om geregeld naar buiten te gaan. Een van hun belangrijkste taken bestaat dan ook uit rondrijden in een soort grote tractors met drukcabine. Die hebben ook een luchtsluis, dus de astronauten kunnen van boord gaan en veldwerk doen waar ze maar komen. Zo'n uitstapje kan wel weken duren, en de astronauten kunnen tot 500 kilometer ver van de basis komen.

Grimmig milieu heeft genplanten nodig

De twee hoofdtaken voor de eerste basis worden de productie van voedsel – planten kweken in kassen, mogelijk met gebruik van menselijke mest – en de vervaardiging van raketbrandstof. Een kas is een uitdaging op zich, want het is heel moeilijk om een aards milieu en klimaat op Mars in stand te houden.

LEVEN GEDIJT IN KOEPELS

Glazen koepels moeten de eerste nederzettingen beschermen tegen straling en kou. Onder die koepels kunnen samenlevingen bestaan die grotendeels zelfvoorzienend zijn, dankzij landbouw en mijnbouw.



1. De huizen worden gebouwd van bakstenen, die op Mars gemaakt zijn. Ook cement en specie zijn te maken met lokale grondstoffen. Dat moet ook, want de kosten rijzen de pan uit als we vanaf de aarde bouwmateriaal mee moeten nemen.

Er wordt gedacht aan genetisch gemodificeerde planten die ultravioletstraling en lage temperaturen aankunnen en weinig water nodig hebben. Maar we weten nog niet hoe geschikt de bodem van Mars zal zijn voor het kweken van gewassen.

De productie van brandstof zal verlopen via het principe van Sabatier. Dat is een eenvoudige reactie tussen waterstof (meegenomen vanaf de aarde) en CO_2 uit de Marsatmosfeer. Waterstof en CO_2 worden daarbij omgezet in methaan en water. Methaan is een prima raketbrandstof, die lang houdbaar is. Het water kan via elektrolyse in zuurstof en waterstof gespleten worden. De waterstof is herbruikbaar in het proces en de zuurstof wordt gebruikt om methaan te verbranden in de raketmotor.

In plaats van waterstof van de aarde te halen kan het ook uit ijs gewonnen worden. De eerste basis zal dan ook dicht bij ondergronds ijs komen te staan. Het hele proces vergt een flinke hoeveelheid energie, dus we komen er niet onderuit om een kerncentrale vlak bij de basis aan te leggen.

Koepelsteden krijgen biokringloop

Misschien komen we nooit verder dan een verblijf van een paar maanden, zoals op de Amundsen-Scott-basis op de Zuidpool. Maar de droom om op Mars te wonen, blijft levendig, en naarmate de ruimtevaart minder duur wordt, gaan we serieuzer nadenken over een echte kolonie. Dan moeten we koepels bouwen, zoals Clarke in zijn roman schreef – en ook die kennen de nodige haken en ogen.

Een kasje met een paar planten zal niet langer toereikend zijn. Er moet een gesloten biologische kringloop komen met planten en dieren, zodat we geen voedsel van de aarde hoeven te importeren.

Ook bouwmaterialen meenemen vanaf de aarde is ontzettend duur, dus die moeten we ter plekke ▶

Arcadia Planitia ligt bij de oude kustlijn. Daarom zouden eventuele fossielen hier te vinden moeten zijn.

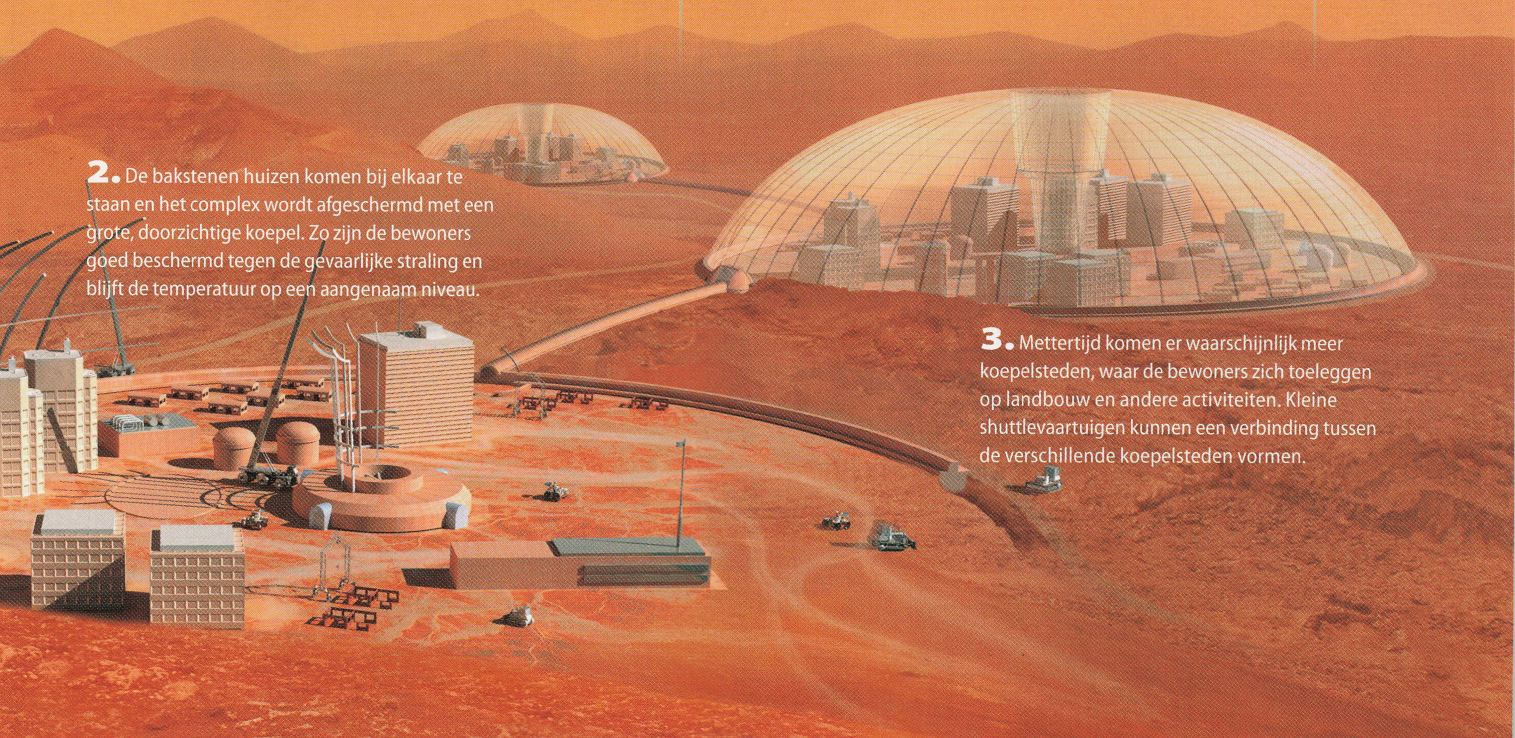
NASA

Astronauten mogen geen kou of dorst lijden

Als we eenmaal gaan besluiten waar de eerste basis komt, moeten we kiezen tussen de beschikbaarheid van ijs en dus water enerzijds en redelijk aangenaam weer anderzijds. Bij de polen is er ijs genoeg, maar met temperaturen tot 120 graden onder het vriespunt is het er veel te koud.

Misschien is er echter ijs te vinden onder het oppervlak dichter bij de evenaar. De ruimtesonde Mars Reconnaissance Orbiter ontdekte in 2008 meteorietkraters in het landschap Arcadia Planitia, op zo'n 45 graden noorderbreedte (zeg maar ter hoogte van Parijs op aarde). De kraters waren maar een paar meter diep, en in verschillende was er ijs naar het oppervlak gespoten door de inslagen. Het ijs verdampte snel bij de lage luchtdruk, maar toekomstige astronauten kunnen het mogelijk goed gebruiken. Arcadia Planitia en dergelijke plekken zijn daarom geschikt voor de eerste bebouwing.

Arcadia Planitia heeft verder het voordeel dat het bij de grens ligt met de grote noordelijke vlakten, waar vroeger misschien een zee is geweest. Bij de voormalige kustlijn zijn veel interessante plekken om te onderzoeken, wat de plek ook nu al relevant maakt voor wetenschappers.



2. De bakstenen huizen komen bij elkaar te staan en het complex wordt afgeschermd met een grote, doorzichtige koepel. Zo zijn de bewoners goed beschermd tegen de gevaarlijke straling en blijft de temperatuur op een aangenaam niveau.

3. Mettertijd komen er waarschijnlijk meer koepelsteden, waar de bewoners zich toeleggen op landbouw en andere activiteiten. Kleine shuttlevaartuigen kunnen een verbinding tussen de verschillende koepelsteden vormen.

▶ zoeken. En dat is niet onmogelijk. Al in de jaren 1980 werd duidelijk dat we best bakstenen kunnen maken op Mars. Volgens ingenieur Bruce MacKenzie van het Mars Homestead-project zijn bakstenen dan ook het beste materiaal om de eerste nederzetting op Mars van te bouwen. Die zijn te maken door stof van het oppervlak te mengen met water, waarna het mengsel geperst en gebakken kan worden. Het is ook mogelijk om specie en cement te maken, dus de eerste gebouwen op Mars zouden best eens rode bakstenen bungalows kunnen worden.

De lage temperaturen en de straling vanuit de ruimte maken het leven echter niet makkelijk. We zouden de huizen in geulen kunnen bouwen en afdekken met cement. Of we kunnen een koepel over de hele nederzetting zetten. Het dorp zou een vierkant kunnen zijn, met een groot plein in het midden. Onder de koepel is ook plek voor groene planten en wellicht een kunstmatig meer. Het plein zal het natuurlijke verzamelpunt zijn voor de bewoners van zo'n nieuwe Marskolonie.

Het is heel belangrijk dat we niet het Apollomodel herhalen en tijd verdoen met een vlag planten en voetsporen maken. We moeten een infrastructuur opbouwen in de ruimte, die latere expedities kan ondersteunen.

Mark Nelson, deelnemer aan Biosphere 2 in Arizona, 1991-1993

GLOBAL ECOTECHNICS

Een interessant aspect is dat de bewoners een heel nieuwe cultuur kunnen creëren, misschien meer op wetenschap en ruimtevaart georiënteerd dan hier op aarde het geval is. Met de steeds betere ruimtepakken, die nauwer sluiten en lichter zijn, kunnen de bewoners zonder al te veel voorbereiding de koepel uit. Genetici zullen experimenteren met planten die op Mars kunnen overleven en zelfs iets bijdragen aan het zuurstofgehalte.

Maar wonen onder een koepel heeft uiteraard ook een keerzijde. Zo is de zwaartekracht op Mars slechts 38% van die op aarde, en kinderen die op Mars geboren en getogen zijn, kunnen niet zomaar naar de aarde, omdat hun spieren en botten op een geringe zwaartekracht zijn berekend. Ook volwassen kolonisten die weg willen, zullen grote problemen krijgen bij een bezoek aan de thuisplaneet.

Mars kan een reserveaarde worden

Ondanks de technische mogelijkheden zal zo'n kolonie de overbevolking op aarde nooit kunnen oplossen. Binnen afzienbare tijd zullen er niet meer dan een paar duizend mensen wonen. Toch zullen milieuproblemen hier op aarde misschien tot de volgende stap kunnen leiden: het 'terravormen' van Mars. Als we de hele planeet bewoonbaar kunnen maken, is er in elk geval één plek waar de mensheid haar bestaan kan voortzetten, mocht het hier ooit om de een of andere reden faliekant misgaan.

Om Mars te terravormen, dus om te toveren tot een soort aarde, moeten we de atmosfeer en het klimaat zo sterk veranderen dat mensen er vrij kunnen leven. In theorie zijn er mogelijkheden voor, want in een heel ver verleden leek Mars enigszins op de aarde. Volgens de geologen was er drie miljard jaar geleden waarschijnlijk een grote zee op het noordelijk halfrond, en er waren rivieren en actieve vulkanen, die gassen de atmosfeer in spuwden. Toen was Mars warmer en natter. Maar om deze situatie te herscheppen is er generaties lang geduld nodig. Zelfs onder de meest gunstige omstandigheden zal het duizenden jaren duren om de huidige stoffige, rode planeet te veranderen in een blauwe en groene bol, waar witte wolken langs de lucht drijven.

Toch zijn er al wetenschappers die zich afvragen hoe we zo'n groot project moeten aanpakken. De eerste die hierover zijn gedachten formuleerde, was de beroemde sterrenkundige Carl Sagan, die in 1961 voorstelde om Venus te terravormen. In de jaren daarop speelde Carl Sagan een centrale rol bij de verkenning van het zonnestelsel, en in 1973

AARDE VERSIE 2.0

Terravorming moet Mars bewoonbaar maken zonder hulpmiddelen. Al duurt het duizenden jaren, in principe kan het. En als er maar planten en water aanwezig zijn, kunnen we ons vrij op de planeet bewegen.

Om Mars te terravormen moet de temperatuur omhoog, bijvoorbeeld met behulp van broeikasgassen. Dan kunnen er oceanen ontstaan.

beschreef hij hoe we Mars kunnen terravormen. Andere wetenschappers hebben het idee opgepikt. De bekendste is ongetwijfeld James Lovelock, die in zijn Gaiahypothese de aarde beschouwde als een zelfregulerend superorganisme. In 1984 schreef hij met Michael Allaby *The Greening of Mars*. De auteurs opperden als eersten de mogelijkheid om met cfk-gassen een grootschalig broeikaseffect te creëren.

Als we Mars willen terravormen, moeten we eerst de temperatuur maar eens 30 graden opkrikken, zodat we in elk geval op de evenaar het hele jaar door boven het vriespunt zitten. Daar zijn drie manieren voor. Ten eerste kunnen we een paar krachtige broeikasgassen in de atmosfeer brengen, veel effectiever dan het CO_2 dat er al is. Denk maar aan kunstmatige scheikundige verbindingen, waar we hier op aarde voorzichtig mee moeten zijn. Een tweede mogelijkheid is om er meer zon te laten schijnen door grote spiegels aan te brengen in een baan om de planeet. En ten derde kunnen we over de poolkappen donker stof strooien, dat we ophalen van de twee kleine manen Phobos en Deimos, zodat het zonlicht beter geabsorbeerd wordt.

Zuurstofrijke atmosfeer door gesmolten ijs

Het is hoe dan ook een goed idee om de poolkappen te laten smelten, want de miljarden tonnen sneeuw en ijs die hier aanwezig zijn, kunnen de dichtheid van de atmosfeer en daarmee het broeikaseffect helpen vergroten. Maar willen we echt een dichtere atmosfeer creëren, dan moeten we ook het ijs onder de grond erbij betrekken. Dat ijs zal dan op de een of andere manier in contact moeten komen met de lucht, waardoor het vanzelf zal smelten.

Om dat ijs naar boven te halen, moeten we wel explosieven gebruiken of Mars bombarderen met rotsblokken en meteoren, die gaten kunnen slaan in het oppervlak. Maar zelfs na honderden jaren van naarstige pogingen zal de atmosfeer van Mars nog koud, ijl en vrijwel zuurstofloos zijn. De volgende stap is daarom aan de biologen, die voor taaie gewassen moeten zorgen. Eerst speciaal ontwikkelde mossen, dan naaldbomen. De vegetatie levert vruchtbare aarde op en brengt zuurstof in de atmosfeer. Dan volgen genetisch gemodificeerde dieren die tegen het strenge klimaat kunnen.

De laatste stap: we laten de koepeldorpen achter ons en bevolken de hele planeet. Maar dat is een droom die nog verder in de tijd ligt dan de tijd die ons scheidt van het oude Egypte. Aan de andere kant: als we het echt willen, varen we ooit over de opnieuw aangelegde rivieren op het noordelijk halfrond, met een fraai uitzicht op de 20 kilometer hoge vulkanen.

Meer hierover op www.wibnet.nl

Al op de tweede expeditie gaan we aan landbouw doen, daar hebben toekomstige reizigers wat aan. Onverteerbare biomassa en menselijk afval vormen compost en worden gebruikt als basis om organisch materiaal te kweken voor de landbouw. Rijst wordt het belangrijkste gewas.

Masamichi Yamashita, hoogleraar aan Japans Institute of Space and Astronautical Science

M. YAMASHITA

Toekomstvliegtuig is licht, goedkoop en doorzichtig:

VLIEGENDE FANTASIE

Ingenieurs van Airbus lieten hun fantasie de vrije loop bij het ontwerpen van het passagiersvliegtuig van de toekomst. Ze lieten zich niet beperken door wat mogelijk is, maar stelden zich voor wat er gebeurt met nog betere technieken. En dat is nogal wat. Vliegtuigpassagiers krijgen straks hun eigen coupé met een inrichting naar keuze, dankzij holografische techniek. De navigatieapparatuur vermijdt luchtzakken en nieuw materiaal maakt de romp doorzichtig, zodat je uitkijkt op de aarde.

Geen oponthoud meer

Volgens sommige voorspellingen neemt het wereldwijde vliegverkeer met 5% per jaar toe – een verdubbeling in 15 jaar. In 2050 zullen er waarschijnlijk vier tot vijf keer zoveel vliegtuigen in de lucht zijn als nu. Hoe zorg je er dan voor dat de luchthavens de druk nog aankunnen?

Volgens Airbus maken de vele ontwikkelingen op het gebied van navigatie, controle en communicatie het mogelijk dat vliegtuigen net als trekvogels in formatie kunnen vliegen. Zo worden luchtruim en luchthavens veel effectiever benut dan nu. Tegelijkertijd is de brandstofbesparing enorm, want vliegtuigen hoeven dan niet meer boven de luchthaven te cirkelen terwijl ze wachten op toestemming om te landen. En het scheelt ook als vliegtuigen vleugel-aan-vleugel gaan vliegen: achter het voorste toestel ontstaat namelijk een opwaartse luchtstroom, waar de andere toestellen gebruik van kunnen maken, en zo kunnen ze energie besparen.

Nog een mogelijkheid is dat enorme vrachtvliegtuigen permanent rond de aarde vliegen. Ze verzorgen alle langeafstandsvluchten en doen dienst als moederschepen, waar kleinere vliegtuigen bij aanhaken en zo naar het luchtruim boven hun bestemming worden gebracht. Die kleine vliegtuigen worden lichter en landen verticaal, dus start- en landingsbanen zijn overbodig.

De wachttijd op luchthavens behoort ook tot het verleden, tot genoegen van de passagiers. Vliegen wordt net zo eenvoudig als de metro nemen: zodra de passagiers op de luchthaven arriveren, kunnen ze op de vliegtuigstoelen plaatsnemen en hoeven ze dus niet meer bij de gate te wachten. Als het vliegtuig gereed is, wordt de module met stoelen en al het vliegtuig in gereden.

Concept Plane is aerodynamischer dan de huidige toestellen. Dankzij de gebogen en ultralichte vleugels is de weerstand minimaal.

AIRBUS

LUCHTHAVEN

Neem plaats in de luchthaven

Lange rijen bij het inchecken, veiligheidscontroles en gates zijn straks misschien verleden tijd. Passagiers gaan bij aankomst op de luchthaven op hun stoel zitten en worden gecheckt, en de module wordt zo het toestel in gereden.

HOGERE TECHNOLOGIE

Concept Plane is het vliegtuig van de toekomst volgens Airbus. Dit vliegtuig is niet op de markt, maar geeft een idee van de manier waarop een vliegtuig eruit kan zien als de technologische vooruitgang op het gebied van materiaaltechnologie, brandstofverbruik en aerodynamica in het huidige tempo doorgaat.

AIRBUS

STAART: Geluidsoverlast op aarde wordt beperkt door een U-vormige staart, die het geluid van de motor naar boven stuurt. Omdat de motoren achter op het vliegtuig zitten, is de traditionele verticale staartvin, die stabiliteit geeft als de motoren op de vleugels uitvallen, niet meer nodig.

MATERIALEN: Het vliegtuig bestaat uit slimme composietmaterialen die lichter en sterker zijn dan de metalen van nu. Ze hebben ook minder onderhoud nodig. Als er scheuren ontstaan, maken microscopisch kleine nanocapsules meteen een hoogtechnologische lijm aan, die de scheur dicht.

MOTOREN: Als motoren zo betrouwbaar en stabiel zijn, dat er nauwelijks nog onderhoud nodig is en er geen technisch personeel meer bij hoeft, kunnen ze deels in de vliegtuigromp worden ingebouwd. Dat is goed voor de aerodynamica. De motoren zitten achterin, dus er is minder lawaai in de cabine.

ONDERWEG

Vliegen wordt weer magisch

Voor de meeste mensen is vliegen een noodzakelijk kwaad om van A naar B te komen. Maar Airbus wil het avontuur en de magie weer terugbrengen, onder andere door de vliegtuigromp van een hoogtechnologisch keramisch materiaal te maken, dat doorzichtig kan worden. Hierdoor lijk je door de lucht te zweven, met vrij uitzicht op de aarde.

De stoelovertrekken en vloerbedekking worden gemaakt van een zelfreinigend nanomateriaal, dat er altijd als nieuw uitziet. En de vorm van de stoelen zal zich automatisch aan je lichaam aanpassen.

Tijdens de vlucht krijgen passagiers een eigen coupé, die door de holografische, driedimensionale muurbekleding getransformeerd kan worden tot kantoor, slaapkamer of meditatieruimte. Onderweg worden luchtzakken geregistreerd door sensoren, die dan automatisch de koers aanpassen.

Ook een luxereis is mogelijk, waarbij het vliegtuig is ingericht als een cruiseschip met restaurants, winkels en een spa. Misschien worden vliegreizen wel gratis, omdat de maatschappijen hun inkomsten uit het casino, de winkels en restaurants halen.

Uitzicht aan alle kanten

De romp wordt doorzichtig als er een elektrische impuls door het keramische materiaal wordt gestuurd. Elke passagier kan zelf kiezen of de romp bij zijn stoel doorzichtig moet worden.

ROMP: De romp is niet meer sigaarvormig, maar gebogen. Zo ontstaat binnenin meer ruimte en krijgt het toestel een betere aerodynamica.

PRODUCTIE: Het bouwen van vliegtuigen wordt goedkoper met nieuwe productiemethoden, al bestaan ze uit hoogwaardige materialen en is het ontwerp ingewikkelder dan nu.

DEUREN: Alle ingangen hebben dubbele deuren. Hierdoor kunnen de passagiers sneller in- en uitstappen en worden de wachtrijen veel korter.

VLEUGELS: De lange, smalle en ultradunne vleugels maken de luchtweerstand minimaal.

SYSTEMEN: Zeer betrouwbare elektronische systemen bewaken de toestand van het vliegtuig constant en geven aan wanneer het tijd is voor onderhoud of reparaties. Het systeem maakt zelfs een afspraak bij de technische dienst.

ACHTERGROND

Een tank vol met algen

Al verbruiken vliegtuigen nu veel minder brandstof dan vroeger, het zijn nog steeds grote vervuilers. De luchtvaartbranche heeft zich ten doel gesteld om de CO_2-uitstoot in 2050 te halveren, maar de vraag blijft met welke brandstofsoort dat doel haalbaar is.

Vliegtuigen op waterstof en zonkracht staan in de belangstelling en zijn zelfs al getest. Volgens Airbus kunnen waterstof en zonlicht echter niet dienen als primaire energiebron voor de conventionele passagiersvliegtuigen.

Dus nu richten ingenieurs zich op biobrandstof uit algen. Deze duurzame energiebon staat nog in de kinderschoenen, maar de vooruitzichten zijn goed. Algen worden in zee gekweekt en nemen geen dure landbouwgrond in beslag. En ze leven van CO_2 in de lucht, waardoor de brandstof CO_2-neutraal is. Algenbrandstof heeft, net als kerosine, een grote energiedichtheid, is licht en bestand tegen grote temperatuurwisselingen. Het zal echter nog tientallen jaren duren voordat we op grote schaal energie uit algen kunnen winnen. Maar Airbus voorspelt dat in 2030 drie op de tien vliegtuigen op algen zullen vliegen.

Tot het zover is, kunnen vliegtuigen energie opwekken uit een onverwachte bron, namelijk de passagiers. De lichaamswarmte die passagiers overdragen aan hun stoel kan gebruikt worden om elektrische apparaten mee aan te drijven.

H. RAGUET/LOOK AT SCIENCES/CANPIX

Overal proberen wetenschappers meer energie uit algen te winnen, zoals hier in het Cadarache-centrum in Frankrijk.

Wormenonderzoek maakt van vrouwen

RIJPE MOEDERS

Steeds meer vrouwen willen op latere leeftijd kinderen, maar dat lukt niet altijd. Vruchtbaarheid bij vrouwen blijkt nu veel gemeen te hebben met die van een rondworm. De nieuwe kennis kan kinderloze vrouwen wellicht helpen.

Lang niet alle rijpe vrouwen kunnen nog kinderen krijgen. Daar komt wellicht verandering in.
ALAMY

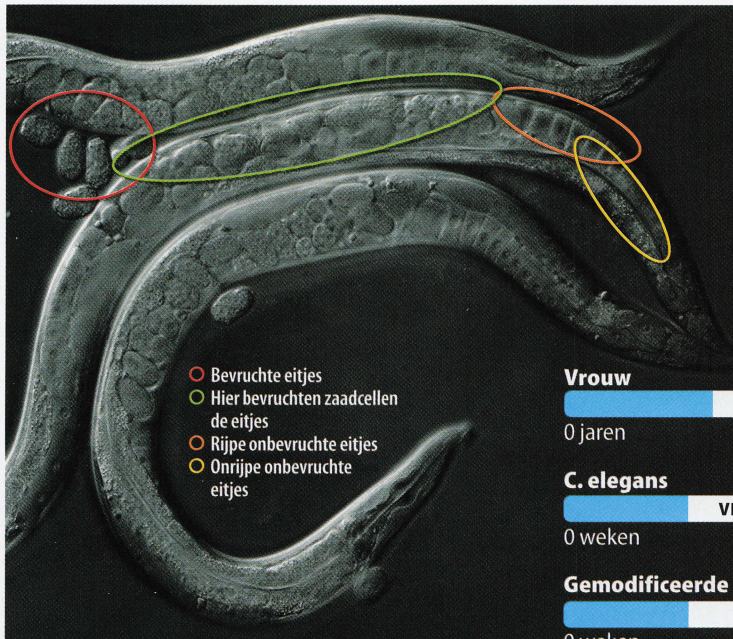
Vrouwen en wormen hebben een verrassende gelijkenis. Bij beide loopt de biologische klok af. Dat menen de onderzoeker Coleen Murphy en haar collega's van Princeton University in New Jersey, VS. Deze wetenschappers hebben onlangs vastgesteld wat er tijdens het verouderen gebeurt met het voortplantingsvermogen van de rondworm Caenorhabditis elegans. En het toeval wil dat de moleculaire mechanismen sterk lijken op die van veel vrouwtjeszoogdieren, waaronder vrouwen.

De wetenschappers zijn al langer bezig met de veroudering en voortplanting van het kleine wormpje C. elegans. Rondwormen en mensen hebben vrij veel gemeen wat de biologische gevolgen van veroudering betreft. Zo raken wormen net als vrouwen hun vruchtbaarheid kwijt. Door C. elegans te bestuderen, kunnen onderzoekers waardevolle informatie opdoen over wat er gebeurt als de vruchtbaarheid van vrouwen ophoudt – en waarom.

Rondworm maakt altijd eitjes aan

Net als vrouwen zijn wormen slechts een derde van hun leven vruchtbaar. En bij beide sturen de genen de processen aan die de onrijpe eitjes eerst op peil houden en later in aantal doen afnemen. En dat is een grote verrassing, volgens Coleen Murphy. Want vrouwen en wormen hebben een heel ander voortplantingsstelsel. Het gestel van wormen is veel simpeler en ze maken hun hele leven lang eitjes aan, terwijl vrouwen al hun eitjes meekrijgen bij de geboorte.

Vrouwen verliezen hun vruchtbaarheid als ze op 45- tot 55-jarige leeftijd in de overgang zijn, maar al een jaar of tien voordat de eitjes op zijn, beginnen ze te verouderen. Daarmee neemt ook de kwaliteit van de eicellen af en stijgt het risico op miskramen, kinderloosheid en embryonale complicaties. Dat is ook het geval bij C. elegans: bij het ouder worden

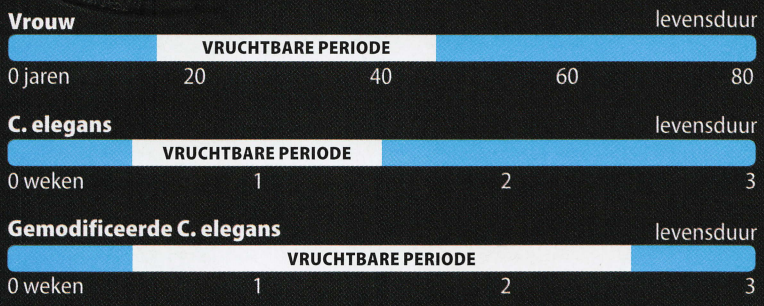


SHUJING LUO/PRINCETON UNIV.

De rondworm C. elegans van 1 mm is een hermafrodiet: mannetje en vrouwtje tegelijk.

Genworm is twee keer zo lang vruchtbaar

De wetenschappers hebben ontdekt dat een bepaald type signaalmoleculen in de rondworm, TGF-bèta, direct van belang is voor de kwaliteit van de eitjes. In de loop van het leven krijgt de worm steeds meer TGF-bèta, en worden de eitjes slechter. De onderzoekers modificeerden wormen zodanig dat ze hun hele leven een laag gehalte TGF-bèta hadden. Daardoor waren ze langer vruchtbaar dan normaal.



Een vrouw is een derde van haar leven vruchtbaar. Een rondworm ook, maar een genworm bijna tot aan de dood. Misschien kan de vruchtbare periode van vrouwen verlengd worden.

neemt de kwaliteit van de eitjes af. De kwaliteit is cruciaal voor de voortplanting, niet de hoeveelheid.

Coleen Murphy wilde weten wat er bij C. elegans met de voortplanting gebeurt als de veroudering intreedt. Ze wist van andere studies dat zogeheten TGF-bèta-signaalmoleculen in de worm de toestand van onrijpe eitjes bepalen. Ook veel zoogdieren en mensen hebben deze eiwiten. De eitjes van wormen worden, net als bij vrouwen, steeds kleiner, omdat de hoeveelheid TGF-bèta-signaalmoleculen stijgt.

De wetenschappers kwamen erachter dat de TGF-bèta-signalering de afbraakprocessen in het onrijpe eitje beïnvloedt. Een hoog gehalte TGF-bèta betekent dat het eitje verminderd vruchtbaar is, de chromosomen zich slechter delen, het DNA-herstel achterblijft en het uiterlijk veroudert. Bovendien werd ontdekt dat een genetisch gemodificeerde worm met een zeer laag gehalte TGF-bèta stukken langer vruchtbaar was dan normaal, en dat de eitjes veel langer goed bleven. De wormen maakten dus nog steeds vruchtbare eitjes aan, al waren ze zelf zo oud dat ze de eitjes nauwelijks nog konden leggen.

Vrouw en worm hebben genen gemeen

Verder bleek dat genen die belangrijk zijn voor de kwaliteit van de eitjes, bij de TGF-mutanten actiever waren dan bij normale wormen. Vrouwen hebben dezelfde genen als de wormen. Coleen Murphy: 'De eitjes van wormen verouderen door de genetische veranderingen die we bij zoogdiereneitjes ook zien. We mogen aannemen dat genetische mechanismen die bij wormen de vruchtbare periode verlengen, dat bij de eitjes van vrouwen ook zullen doen.'

B. WILSON, PRINCETON UNIV.

Verbluffend hoe de mechanismen van veroudering en vruchtbaarheid bij wormen en vrouwen op elkaar lijken.

Coleen Murphy, Princeton University in New Jersey, VS.

Vanwege de gelijkenis tussen de moleculaire processen bij wormen en vrouwen zijn de wormen nuttige genetische modellen om de vruchtbaarheid van vrouwen te verbeteren. De onderzoekers hopen dat de studie helpt om de vruchtbare periode van vrouwen in de toekomst te verlengen en om nieuwe behandelingen te ontwikkelen voor ouderdomsgerelateerde geboorte- en vruchtbaarheidsproblemen. De volgende grote stap is het in kaart brengen van de signalen die een eicel vertellen hoe oud die is.

'Als we die signalen kunnen sturen, kunnen we misschien de tijd verlengen waarin de cel gezond is en zich kan voortplanten,' aldus Coleen Murphy.

Meer hierover op www.wibnet.nl

Door Anders Enevold Christensen

Expeditie

Grootste ontdekkingsreis in 50 jaar:

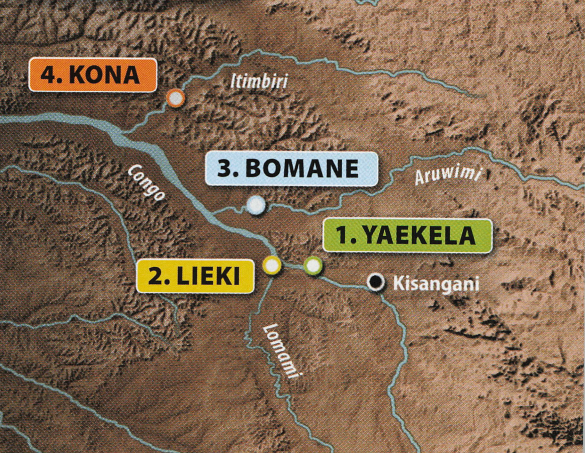
Diep in Congo

Stanley en Livingstone zijn al ruim 100 jaar dood, maar nog altijd heeft Afrika geheimen. Daarom gingen 67 onderzoekers uit de hele wereld op de grootste wetenschappelijke expeditie in 50 jaar. In vier weken voeren ze de rivier de Congo af om te achterhalen wat het mystieke gebied aan flora, fauna en cultuur herbergt.

Oorspronkelijke plannen werden te gevaarlijk

De groots opgezette expeditie verliep niet volgens plan. Wetenschappers zouden in het noordelijke Kisangani aan boord gaan van drie grote boten en de rivier afvaren richting de hoofdstad Kinshasa. Onderweg zouden ze wetenschappelijk materiaal vergaren. Helaas braken er rellen uit in de regio Mbandaka; het reisplan werd gewijzigd.

De reis werd ingekort en er werd op slechts vier plaatsen gestopt: in Yaekela aan de rivier de Congo, in Lieki aan de monding van de rivier de Lomami, in Bomane aan de rivier de Aruwimi en in Kona aan de rivier de Itimbiri.



6000 vissen vormen de basis voor een DNA-bank van het leven in de rivier de Congo.

MIKKEL JUUL JENSEN

1e stop **YAEKELA**

Olifantsvis gedijt in troebel rivierwater

Het visbestand in de rivieren werd grondig bestudeerd om te kijken welke vissen er leven en of visserij op nog ongeëxploiteerde soorten mogelijk is. De olifantsvis is een van de meest opmerkelijke vissen en dankt zijn naam aan de lange, gekromde snuit, waardoor het lijkt alsof hij een slurfje heeft. De olifantsvis leeft gewoonlijk in zeer troebel water. Hij heeft kleine ogen en ziet slecht. Daarom oriënteert hij zich met behulp van elektrische organen in de staart. Hiermee wekt de vis een zwak elektrisch veld om zich heen op. Het is niet sterk genoeg om prooien te verdoven of vijanden af te schrikken. Maar als andere vissen ermee in aanraking komen of als de olifantsvis zelf bijvoorbeeld langs een steen zwemt, wordt het veld verstoord, waardoor de vis zich kan oriënteren.

De olifantsvis dankt zijn naam aan de langwerpige snuit, die op een slurf lijkt.

Twee van de gevonden kikkers zijn zeer mysterieus. De ene hebben we waarschijnlijk eerder gezien, maar is niet wetenschappelijk beschreven. De andere is onbekend.

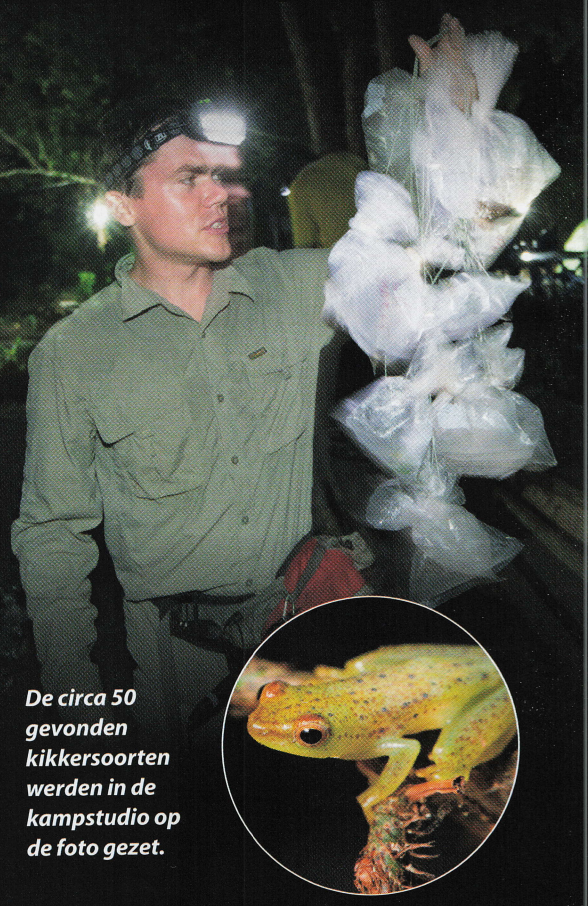
Jos Kielgast, Deense kikkerdeskundige.

Kikkers kregen gezondheidscontrole

De Deense bioloog Jos Kielgast was de kikkerdeskundige van de expeditie. Hij was onder meer geselecteerd omdat hij in 2007 in Congo al eens vier nieuwe kikkersoorten had ontdekt. Of de soorten die hij nu vond ook nieuw zijn, moet nog blijken. Jos Kielgast en zijn collega's onderzochten ook de gezondheid van de dieren. Overal ter wereld loopt het aantal kikvorsen al jaren terug, onder andere door een raadselachtige schimmelziekte.

Als de onderzoekers niet naar leven langs de rivieren zochten, waren ze in het lab bezig met het nemen van bloed- en andere proeven bij de gevangen dieren.

De wetenschappers waren niet alleen geïnteresseerd in nieuwe soorten en de gezondheid van de kikkers, ze verzamelden ook bekende soorten om een onderzoekscollectie aan te leggen, die wetenschappers aan de universiteit in Kisangani kunnen raadplegen.



De circa 50 gevonden kikkersoorten werden in de kampstudio op de foto gezet.

 Door Lars Thomas. Alle foto's: Kris Pannecoucke

De voormalige Belgische kolonie Congo, oftewel de Democratische Republiek Congo, zoals het land nu officieel heet, is niet alleen een van de grootste landen in Afrika, het is in veel opzichten ook een van de onbekendste. Tijdens het jarenlange koloniale bewind, en met name in de periode waarin het land werd gezien als persoonlijk eigendom van de Belgische koning, stonden wetenschappelijke onderzoeken onder aan het prioriteitenlijstje. Dat werd er bij de zelfstandigheid in 1960 niet beter op.

Het land had met zo veel problemen, lokale oorlogen en ongeregeldheden te kampen, dat er voor andere dingen niet veel tijd was. En daardoor is zelfs de modernste kaart van Congo meer dan 50 jaar oud en de kennis over het planten- en dierenleven van het land zeer beperkt. 2010 was niet alleen het Internationale Jaar van de Biodiversiteit van de VN, maar ook het jaar waarin Congo 50 jaar onafhankelijk was. Daarom lag het voor de hand om een grote wetenschappelijke expeditie naar Congo op touw te zetten en op ouderwetse wijze te kijken wat er te vinden en te vangen viel. Het Belgische Koninklijk Museum voor Midden-Afrika, het Koninklijk Belgisch Instituut voor ▶

2e stop **LIEKI** ▶

Restaurants hebben aap op het menu

Het eten van wilde dieren – bushmeat – is de afgelopen jaren in Afrika in opmars. Natuurlijk vingen en aten Afrikanen altijd al wilde dieren, tot ze overstapten op het fokken en eten van vee. Bushmeat is echter weer in de mode, ook in steden, waar het wordt geserveerd in restaurants die door rijken worden bezocht. Hierdoor lopen bedreigde apensoorten nog meer gevaar; zelfs gorilla's en chimpansees kunnen op de barbecue eindigen. Milieuorganisaties willen hier iets aan doen en daarom is het belangrijk om de omvang van de jacht vast te stellen.

De arts Anne Laudisoit koopt bushmeat om DNA af te nemen en de soort te achterhalen.

▶ Natuurwetenschappen, de Nationale Plantentuin van België en de universiteit van Kisangani in Congo organiseerden de expeditie gezamenlijk.

Maar liefst 67 wetenschappers uit de hele wereld gingen op pad om dieren en planten te verzamelen, de lokale talen te bestuderen en te zoeken naar tekenen van besmettelijke ziekten en sporen van oude culturen en hun activiteiten. Deze grootste wetenschappelijke expeditie van de afgelopen 50 jaar verliep echter niet geheel volgens plan. De rivier de Congo zou van Kisangani tot Kinshasa de hoofdweg zijn voor de expeditie. Door ongeregeldheden in de regio Mbandaka werd het echter te gevaarlijk om verder te varen. De wetenschappers richtten zich toen op het gebied rond het centrale deel van de rivier de Congo en een paar zijrivieren. Maar nog moest het werk worden uitgevoerd met zwaarbewapende wachten op de expeditieboten.

'Rivierpiraten storen zich aan wet noch gebod,' vertelt de Deense bioloog Jos Kielgast, die ook was meegereisd.

Vroeger gingen er op expedities altijd een of meerdere tekenaars mee om de resultaten van de grote inzamelingen te documenteren. Tegenwoordig voeren

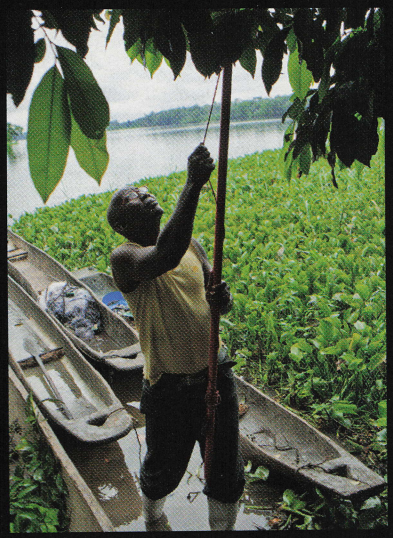
2e stop **LIEKI**

Tropische planten kunnen nieuw medicijn bevatten

Botanici hebben het iets makkelijker dan zoölogen: hun studieobjecten staan stil en zijn daardoor makkelijker te pakken. Er zijn in de tropen echter zo veel soorten dat ook zij het overzicht soms kwijtraken. In koelere streken bestaat de vegetatie vaak uit een paar soorten, maar wel in grote aantallen. In de tropen is dat omgekeerd: van veel plantensoorten zijn er slechts een paar planten.

De botanici verzamelden daarom al snel zeker 500 plantensoorten, waarvan vele onbekend zijn voor de wetenschap. Ook werden zwammen verzameld, waaronder weer veel nieuwe soorten.

Toekomstige plantenstudies kunnen aantonen of nieuwe soorten ook actieve stoffen bevatten die geschikt zijn voor onder meer de farmaceutische industrie.



De Congolese botanicus Elasi Ramazani neemt boommonsters.

Jamesons mamba is een van de allergiftigste slangen van het Afrikaanse continent, en met zijn bonte kleuren ook een prachtige slang.

Zoltan T. Nagy, Hongaars deskundige op het gebied van slangengif.

Zoltan Nagy en Jos Kielgast vangen een exemplaar van de kleurrijkste, giftigste slangen van het gebied.

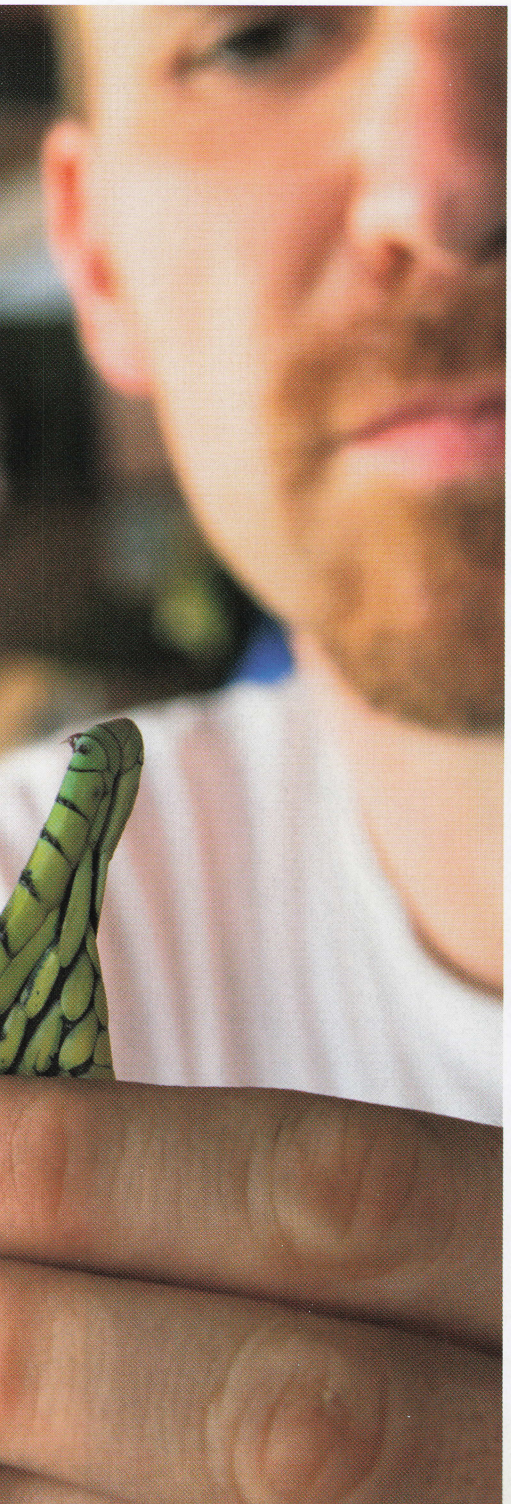
Gifmonsters worden tegengif tegen slangenbeten

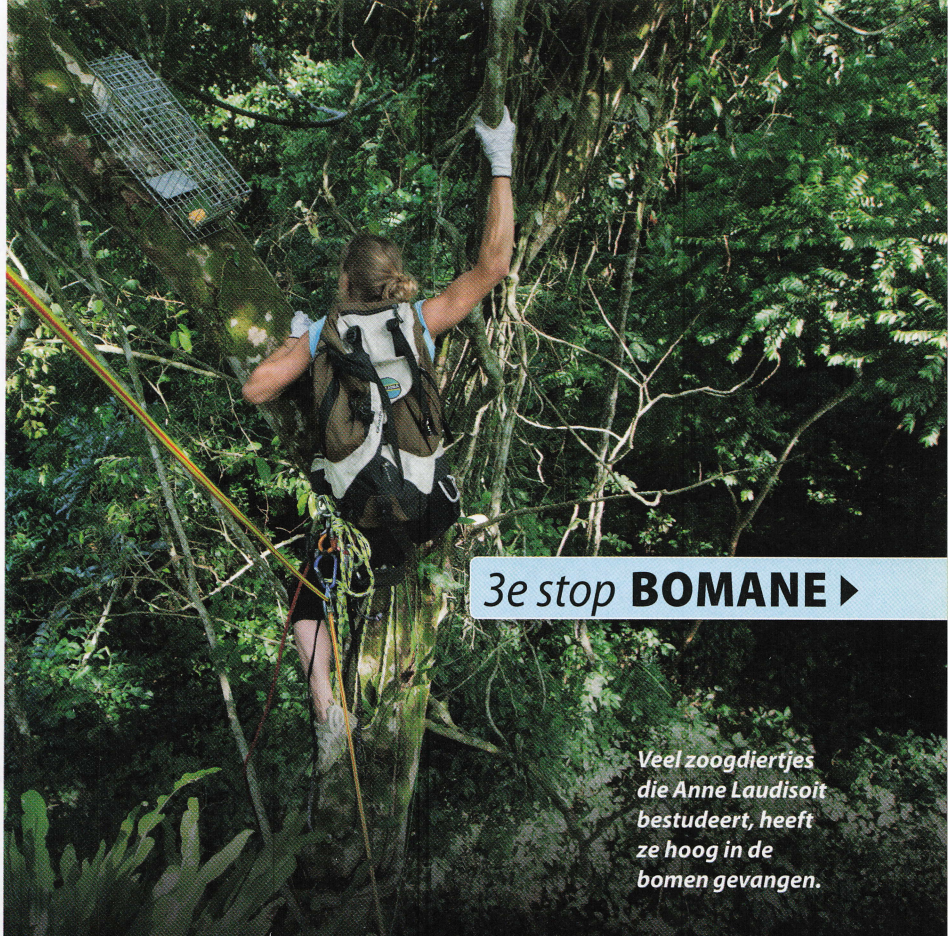
Kinderen en volwassenen brachten de wetenschappers dagelijks hagedissen, varanen, slangen, schildpadden en soms ook grote dieren als krokodillen. Sommige dieren waren zeer giftig, met name de slangen uit het gebied.

Gifslangen maken vaak dodelijke slachtoffers onder de bevolking. Het is belangrijk ze te bestuderen – en vooral hun gif, zodat tegengif kan worden ontwikkeld, dat in de toekomst mensenlevens kan redden.

fotografen meestal deze taak uit, en de expeditie had dan ook zijn eigen fotograaf, de Belg Kris Pannecoucke, wiens foto's dit artikel illustreren.

De expeditie moest een groot aantal wetenschappelijke disciplines bestrijken. Zo zouden taalkundigen de meer dan 240 talen in Congo bestuderen. Voor het opzetten van een vergelijkingsbasis werd de lokale bevolking gevraagd naar hun ▶





3e stop **BOMANE** ▶

Veel zoogdiertjes die Anne Laudisoit bestudeert, heeft ze hoog in de bomen gevangen.

Arts speurde naar ziektedragers

De Belgische arts Anne Laudisoit had het er druk mee: ze verzamelde zoogdieren op alle plekken waar ze kon komen, ook in de hoge junglebomen.

Ze onderzocht welke soorten dragers zijn van welke ziekten. Een van de meest uitzonderlijke 'patiënten' was een potto, een zeldzame halfaap en een traag nachtdier. De potto heeft een bijzondere verdedigingstechniek. Wanneer hij zich bedreigd voelt, buigt hij zijn nek en steekt hij zijn kop tussen zijn voorpoten. De lange, spitse stekels op de nekwervels gaan dan naar voren staan en als een roofdier wil bijten, ziet hij een zeer onaangename bek vol tanden. Van het lichaam van de potto werden zowel DNA- als bloedmonsters genomen, om vast te stellen of hij een ziektedrager is.

In de vacht van de potto, een zeldzaam halfaapje, zitten parasieten. Die worden verwijderd en er wordt onderzocht of ze dragers van ziekten zijn.

benaming voor allerlei dieren. Toen het reistempo van de expeditie door de ongeregeldheden in het land aanzienlijk moest worden teruggebracht, ontdekten de wetenschappers dat juist de lokale inwoners een van de beste bronnen voor informatie over dieren en planten waren. Zowel kinderen als volwassenen lieten dieren zien, die ze in de jungle hadden gevangen; voor de wetenschappers vaak onbekende soorten. De beloning voor een dood dier was een dagloon en voor een levend dier een dubbel dagloon.

De expeditieleden vormden zelf ook een soort attractie, want veel kinderen hadden nog nooit blanken gezien, en deze gedroegen zich wel érg vreemd.

De wetenschappers zijn nog lang niet klaar met het verwerken van de vele vondsten. Dat zal ze nog wel een paar jaar bezighouden. Maar nu al is duidelijk dat ze binnen vrijwel alle diergroepen nieuwe soorten hebben ontdekt.

En ze brachten resultaten mee, die bijdragen aan een grotere kennis van de natuur in het gebied en de noodlijdende wetenschappelijke onderzoeksinstituten van Congo zelf nieuw leven inblazen.

Meer hierover op **www.wibnet.nl**

3e stop **BOMANE**

Gebied was nieuw terrein voor de archeologen

Nog nooit waren er langs de Congolese rivieren archeologische opgravingen geweest. Zelfs de kleinste vondst zou dus nieuw zijn en kennis verschaffen over hoe en in welke volgorde de gebieden in Afrika werden bevolkt. Op veel plekken is de geschiedenis alleen in grote lijnen bekend, als die al bekend is. Een zeer belangrijke vondst was een pot van aardewerk, die op 1500 tot 2000 jaar ouderdom wordt geschat en gemaakt is door het Bantuvolk, dat vanuit het noorden naar het gebied kwam.

De pot toont aan dat de Bantu uit Noord-Afrika zich 2000 jaar geleden aan de rivier vestigden.

4e stop **KONA**

Insecten vormen de grootste diergroep

Insecten zijn veruit de grootste diergroep ter wereld en komen het meest voor in de jungle. De Nederlandse libellendeskundige Klaas-Douwe Dijkstra ging met zijn net op jacht langs de rivierbedding en ving 160 soorten, waarvan vele ongetwijfeld nieuw voor de wetenschap. De Engelsman Ashley Kirk-Spriggs houdt zich met nog kleinere dieren bezig, namelijk vliegjes. De meeste zijn schadelijk of brengen ziekten over. Het is dus belangrijk om zo veel mogelijk over ze te weten. Hij ving in totaal 3813 exemplaren.

De Belgische insectenkenner Patrick Grootaert zocht het in de breedte. Elke avond hing hij een wit laken op en bescheen dat met een lamp. Met de kraag van de jas om zijn oren ving hij insecten die, aangetrokken door het licht, op het witte doek zaten.

Zonder jas zouden mijn oren algauw vol insecten zitten.
Patrick Grootaert, Belgische insectendeskundige.

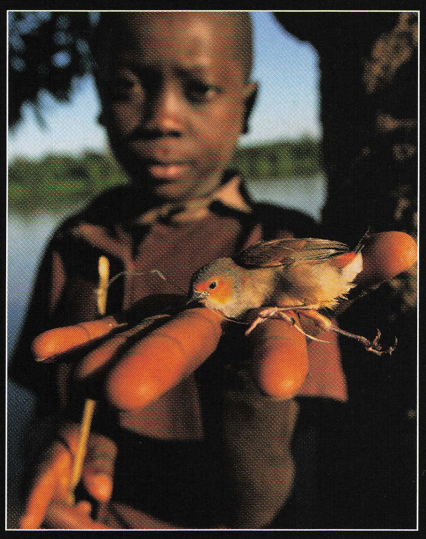
Het totale aantal verzamelde insecten was gigantisch, en bedroeg meer dan 10.000.

Aantal vogelsoorten vertelt hoe gezond de natuur is

Vogels zijn goed hoor- en zichtbaar en vooral in de tropen zijn er vele soorten. En er is altijd kans dat er nieuwe soorten opduiken. Maar het dagelijks werk van de vogeldeskundigen kan ook heel triviaal zijn.

Eerst moeten ze van elke vogel de soort bepalen. Deze wordt vergeleken met reeds bekende soorten uit het gebied of dichtbij gelegen delen van Afrika, die in diverse veldgidsen staan afgebeeld. Als ze niet overeenkomen met bekende soorten, bestaat de kans dat het om een nieuwe soort gaat. Een ander belangrijk aspect van de studie naar vogels is het bepalen van de biodiversiteit, dat wil zeggen hoe veel soorten er in een bepaald gebied zijn, en daarmee ook hoe belangrijk het is om het betreffende gebied te beschermen.

Vogels zijn in dat verband natuurlijk niet de enige dieren van betekenis, maar omdat ze makkelijk te bestuderen zijn, kunnen we eraan aflezen hoe gezond een gebied is.

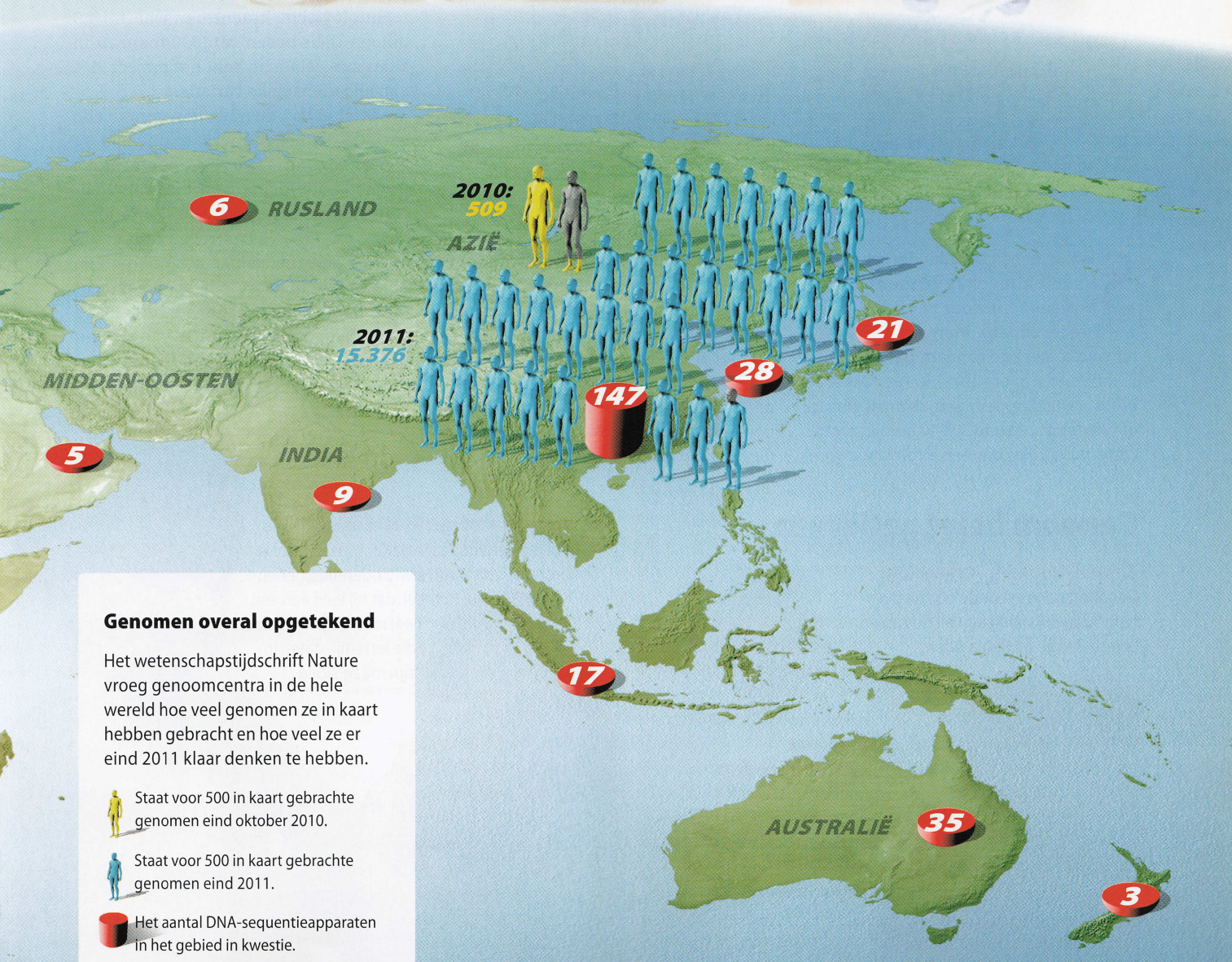


De onderzoekers vingen niet alle dieren zelf, de bevolking hielp ze een handje.

Veelzijdigheid van de mens in kaart gebracht

Na het in kaart brengen van duizenden genomen kennen onderzoekers 95% van de genetische variatie in de hele wereldbevolking. Die kennis kan ziekten bij individuele mensen aan het licht brengen en ons helpen begrijpen hoe onze ontwikkeling is verlopen en waarom onze soort uniek is.

SHUTTERSTOCK



Genomen overal opgetekend

Het wetenschapstijdschrift Nature vroeg genoomcentra in de hele wereld hoe veel genomen ze in kaart hebben gebracht en hoe veel ze er eind 2011 klaar denken te hebben.

Staat voor 500 in kaart gebrachte genomen eind oktober 2010.

Staat voor 500 in kaart gebrachte genomen eind 2011.

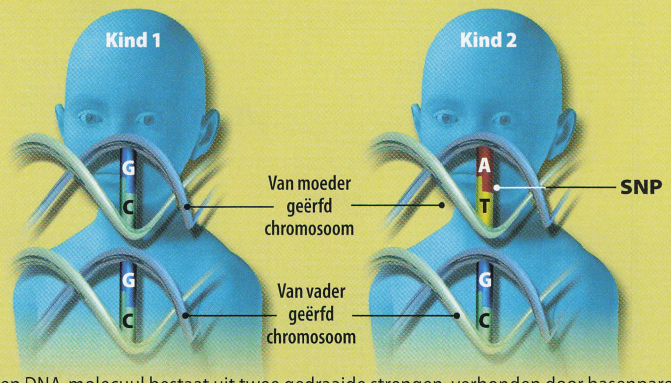
Het aantal DNA-sequentieapparaten in het gebied in kwestie.

Door Rasmus Kragh Jakobsen. Illustraties: Mikkel Juul Jensen

Feiten

SNP's bepalen ons genetisch profiel

Op drie miljoen plekken in een menselijk genoom varieert het erfelijk materiaal in één base. Op deze plekken, de SNP's, verschilt een base in de chromosomen die iemand van zijn vader en van zijn moeder heeft geërfd.



Een DNA-molecuul bestaat uit twee gedraaide strengen, verbonden door basenparen. Van de basen – A, T, C of G – is A altijd gekoppeld aan T en C aan G. Hier is een van de weinige niet-identieke punten in het erfelijk materiaal te zien: een SNP. Kind 1 erfde hetzelfde basenpaar van beide ouders, kind 2 heeft twee verschillende geërfd.

Slechts tien jaar nadat de 'genetische handleiding van de mens', ofwel ons genoom, voor het eerst geheel werd gedecodeerd, brengen labs overal ter wereld het ene genoom na het andere in kaart. Er zijn er ruim 2700 verwerkt en het wetenschappelijke tijdschrift Nature denkt dat in 2011 de 30.000 bereikt wordt. Dit is mogelijk door een explosieve groei in de genoomtechnologie, waardoor het in kaart brengen van een genoom zeker 100.000 keer zo goedkoop is als tien jaar geleden en in een paar dagen klaar is.

Met tienduizenden genomen staan we op de drempel van een nieuw tijdperk, waarin we voor het eerst DNA van bevolkingen in kaart kunnen brengen en de kleine maar beslissende genetische varianten kunnen vinden van ernstige ziekten, zoals kanker en diabetes. Via de genomen bestuderen wetenschappers de samenwerking van genen en hun invloed op ziekten. Een ontwikkeling die president Bill Clinton tien jaar geleden bij de aankondiging van het menselijke genoom voorzag: 'Dit is een revolutie van de diagnose, preventie en behandeling van de meeste, zo niet alle, menselijke ziekten.' Er komt een tijd waarin een arts naar je DNA kijkt om een behandeling te kiezen of om problemen te voorkomen die in het genoom besloten liggen.

Als stap in die richting publiceerde het gigantische 1000 Genomes Project onlangs de resultaten van de eerste fase van een kaart van de totale genetische variatie van de mens. Met een enorme technologische krachttoer, waarbij 4,9 biljoen DNA-basen van 800 mensen in kaart zijn gebracht, dekt het project 95% van alle menselijke variatie.

'We hebben de mate van genetische variatie die bekend was verdubbeld en 15 miljoen varianten gevonden,' aldus projectleider Richard Durbin, The Wellcome Trust Sanger Institute, Cambridge.

De onderzoekers streven ernaar om in 2012 2500 menselijke genomen uit de hele wereld in kaart te hebben gebracht en te hebben vergeleken. Ze werken aan een catalogus die de wortels van ziekten blootlegt en de genetische inbreng kan

Genoom helpt patiënten

Zussen met aderverkalking: Genoomanalyse toonde een nieuw type aderverkalking aan bij de zussen Louise Benge en Paula Allen.

J. MJOSETH, NATIONAL INSTITUTE OF HEALTH

Man met prostaatkanker: Chuck Wallace leeft nog omdat zijn kans op prostaatkanker naar voren kwam bij de genoomanalyse.

JON GUSTAFSSON

Jongen met gat in zijn maag: Nic Volker werd genezen nadat bij het in kaart brengen van al zijn eiwitcoderende genen bleek dat hij leed aan een heel nieuwe darmziekte, die letterlijk gaten in zijn maag sloeg.

G. PORTER, MILWAUKEE JOURNAL SENTINEL

WELLCOME LIBRARY, LONDON

Met de nieuwe technologie kunnen we vele genomen in kaart brengen. Het resultaat is een catalogus voor studies naar genetische wortels van ziekten.

Richard Durbin, The Wellcome Trust Sanger Institute, Cambridge, Groot-Brittannië.

scheiden van zaken als gedrag, milieu en toeval. En de winst is niet beperkt tot ziekten en betere behandelingen, er zijn ook unieke mogelijkheden om tot in onze genetische wortels te kijken en te zien waar we vandaan komen en wat ons uniek maakt als mensen en individuen.

'Als je lange tijd de evolutie van de mens hebt bestudeerd, droom je ervan om hele genomen als uitgangspunt te kunnen nemen. En dat kan nu,' aldus geneticus Chris Tyler-Smith, ook van The Wellcome Trust Sanger Institute.

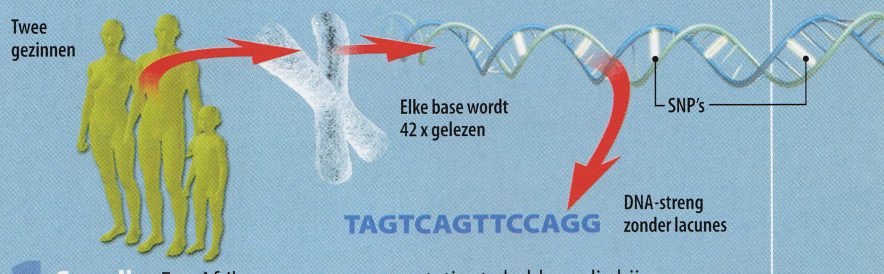
Catalogus met ziektegenen

Met de genoomgegevens van tot dusver 800 mensen zet het pilotproject de trend voor de 'productiefase' tot aan 2012, waarbij twee genomen per dag in kaart worden gebracht. Daarnaast zijn er al verschillende interessante verrassingen over de menselijke biologie gevonden. Door het genoom van twee gezinnen van vader, moeder en kind op te tekenen, hebben de onderzoekers aangetoond dat de evolutie verloopt met ongeveer 60 nieuwe mutaties bij het kind die niet aanwezig zijn bij moeder of vader.

Als de onderzoekers daarentegen alleen de eiwitcoderende delen van het erfelijk materiaal van 700 mensen uit etnische groeperingen in kaart brengen, blijkt dat alle mensen 250 tot 300 defecte kopieën van genen hebben, waarbij er 50 tot 100 zeker een rol spelen bij ziekten.

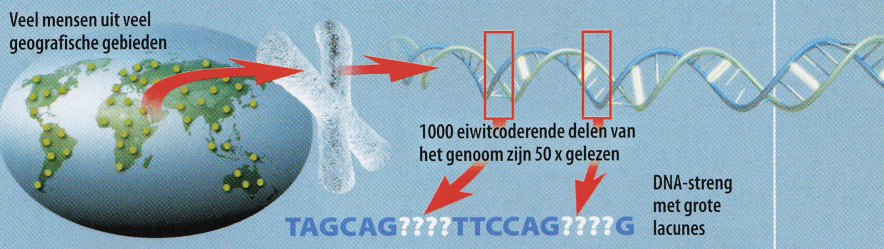
Maar de grootste kracht van het 1000 Genomes Project is de schat aan data die de catalogus met genetische variaties vertegenwoordigt. Hierbij bouwt het project verder op het enorme project HapMap, dat in 2002 begon en punten in Europese, Oost-Aziatische en Afrikaanse genomen in kaart bracht die we *single nucleotide polymorphisms* noemen. Met deze SNP's kunnen we ziektegenen ▶

Studies op 3 manieren



1 Grondig: Een Afrikaans en een Europees gezin – vader, moeder en kind – worden grondig in kaart gebracht. Ieder gezinslid heeft circa drie miljard DNA-basen, die allemaal gemiddeld 42 keer worden gelezen. De nauwkeurigheid is dus extreem hoog. Elk kind bleek circa 60 nieuwe mutaties te hebben, die bij geen van de ouders is aangetroffen. Elk kind heeft daarom erfelijk materiaal dat een klein beetje anders is en dat weer wordt doorgegeven aan de volgende generatie. Hiermee hebben onderzoekers het ritme van de evolutie in kaart weten te brengen.

2 Snel: 179 mensen van Japanse, Chinese, Afrikaanse en Europese afkomst worden grofweg in kaart gebracht (elke base wordt twee tot zes keer gelezen); nieuwe statistische methoden compenseren het grotere aantal fouten. Het handige is dat genetische varianten die door veel mensen worden gedeeld, snel en goedkoop te identificeren zijn. Dat geldt niet voor zeldzame varianten bij een enkeling. Er zijn 15 miljoen SNP's, 1 miljoen kleine structurele varianten (korte verdwenen of toegevoegde DNA-stukjes) en 20.000 grotere structurele varianten gevonden.

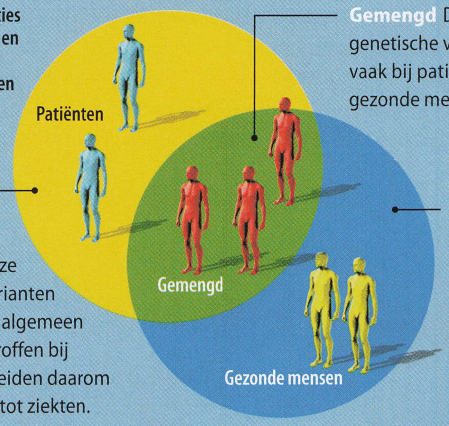


3 Effectief: Van 697 mensen uit zeven etnische groepen zijn 1000 geselecteerde eiwitcoderende delen van het genoom gelezen, met een zeer grote nauwkeurigheid (50 keer). Deze delen bestaan slechts voor 1 tot 2% uit eiwitten, maar onderzoekers denken dat daar veel belangrijke varianten bij zitten. Verder is verrassend genoeg gebleken dat iedereen 250 tot 300 defecte kopieën van genen heeft, waarvan 50 tot 100 zeker een rol spelen bij ziekten. Maar we hebben twee exemplaren van elk gen, en de back-up zorgt er meestal voor dat we niet ziek worden.

Zo gebruiken we het genoomproject

Onderzoekers maken een catalogus van genetische variatie

Twee willekeurige mensen zijn in genetisch opzicht 99,5% gelijk. Het restant bevat daarom de bepalende verschillen tussen twee individuen, van sproeten tot een groter risico op het ontwikkelen van ziekten als kanker. Onderzoekers brengen met het 1000 Genomes Project de genetische variatie van de mensheid in kaart, en met een catalogus van miljoenen genetische nuances (SNP's) wordt het mogelijk te decoderen waarom we eruitzien zoals we eruitzien en waarom we ziek worden.



Ziektebevorderende genen kunnen worden bepaald

Met de catalogus van genetische variaties kunnen onderzoekers grote groepen mensen vergelijken die iets gemeen hebben, zoals borstkanker. Zo bepalen ze welke genetische variaties vaak bij patiënten, maar niet bij de gezonde controlepersonen voorkomen (en omgekeerd). En zo kunnen ze ook delen van het erfelijk materiaal vinden die de kans op een ziekte vergroten of verkleinen. Met de catalogus is het voldoende om een paar miljoen DNA-basen in kaart te brengen in plaats van alle drie miljard basen. Dan wordt het financieel en technisch mogelijk om tienduizenden personen te onderzoeken, wat statistisch gezien noodzakelijk is.

WELLCOME LIBRARY, LONDON

Als je lange tijd onze evolutie bestudeert, droom je ervan hele genomen als uitgangspunt te kunnen nemen. En dat kan nu.

Chris Tyler-Smith, The Wellcome Trust Sanger Institute, Cambridge, Groot-Brittannië.

▶ opsporen. Eenvoudig gesteld zit er op zo'n drie miljoen plaatsen in het erfelijk materiaal een DNA-base die anders is op het chromosoom dat je van je moeder en het chromosoom dat je van je vader hebt geërfd. Het handige aan SNP's is nu dat ze een soort DNA-wegwijzer zijn en dat het daarom voldoende is om er circa een miljoen van in kaart te brengen in plaats van alle drie miljard DNA-basen.

Als SNP's heel vaak voorkomen bij patiënten en niet bij controlepersonen – in studies met duizenden mensen – wil dat zeggen dat er zich een ziektefactor in de buurt van de SNP moet bevinden. Dit soort studies, die *genome-wide association* of GWA heten, helpen onderzoekers bij het inzoomen op de juiste plekken in het erfelijk materiaal. Met de methode zijn al successen geboekt, en in 2009 waren er zo'n 400 GWA-onderzoeken uitgevoerd. Er zijn circa 1000 genen geïdentificeerd die een rol spelen bij een groot aantal ernstige aandoeningen, waaronder hart- en vaatziekten en kanker.

Daar kan de 55-jarige Chuck Wallace uit Texas in de VS over meepraten. Hij is er zijn arts en het bedrijf deCODEme dankbaar voor dat ze zijn prostaatkanker op tijd ontdekten. In 2008 duidde een gratis bloedonderzoek op prostaatkanker op een verhoogde waarde. De uroloog vond in eerste instantie echter alleen een iets vergrote prostaat. Een cardioloog raadde Chuck Wallace intussen aan om een genoomanalyse te laten doen, wat door meer bedrijven werd aangeboden voor ongeveer 1000 dollar. Hij stuurde wat wangslijm naar deCODEme, waarna circa een miljoen SNP's in kaart werden gebracht. Uit de analyse bleek dat hij op bepaalde plekken in het DNA dezelfde SNP-patronen had als veel mensen met prostaatkanker. Het bedrijf rekende uit dat hij een bijna twee keer zo hoge kans had als gemiddeld om prostaatkanker te

krijgen en dat overtuigde de uroloog om een biopt van de prostaat te nemen. Er zaten kankercellen in vrijwel alle biopten en omdat prostaatkanker in een vroeg stadium nog goed te genezen is, heeft Chuck Wallace het waarschijnlijk aan de analyse te danken dat hij nu nog leeft.

Genoom redde leven van kind

De succesverhalen ten spijt hebben de onderzoekers ontdekt dat het genoom nog complexer is dan ze al dachten. De GWA-onderzoeken brachten nog maar 5 tot 10% van de erfelijke factoren achter ziekten aan het licht. Dat heeft ermee te maken dat de HapMap-catalogus alleen de meest verspreide SNP's bevat, die bij circa 10% van de bevolking voorkomen. En omdat ziekten vaak pas ontstaan op hoge leeftijd, als mensen al kinderen en kleinkinderen hebben, moesten slechte genen zich hebben verspreid doordat de natuurlijke selectie ze niet kon uitroeien.

Die redenering klopt echter niet. Er zitten waarschijnlijk zeldzame varianten achter de ziekten, die bij de GWA-studies niet boven tafel kwamen aan de hand van de HapMap-catalogus. Het zou mooi zijn om hele genomen op te tekenen om te zien waar patiënten verschillen van controlepersonen. Maar omdat er voor elk GWA-onderzoek duizenden personen nodig zijn, wordt die strategie te duur.

Daar komt het 1000 Genomes Project in beeld. Dat breidt het HapMap-project uit en brengt genetische varianten heel fijnmazig in kaart. Onderzoekers hopen dat de catalogus van het project 98% van de menselijke variatie registreert. Dat betekent dat voor iedereen die hierna zijn genoom in kaart laat brengen, nog maar 1 tot 2% van de variaties nieuw en uniek zal zijn. Daarmee krijgen artsen een naslagwerk waarmee ze de meeste van de zeldzame genetische variaties achter ziekten kunnen identificeren op basis van maar een paar miljoen SNP's.

Het is nu al gelukt om een medisch raadsel op te lossen met behulp van een genoomanalyse bij twee Amerikaanse zussen, Louise Benge en Paula Allen uit Kentucky. Ze hebben een zeldzame vorm van aderverkalking in handen en voeten. Maar artsen ontdekten in gen NT5E een mutatie die de ziekte veroorzaakt. En hoewel er geen behandeling mogelijk is, weten de zussen nu waardoor ze pijn hebben en kunnen anderen met dezelfde klachten een diagnose krijgen. Maar het 1000 Genomes Project is niet het enige waarin de nieuwe genoomtechnologieën worden gebruikt. In andere projecten worden specifieke ziekten onderzocht, zoals kanker. En de prijs is nu zo laag dat het genoom per patiënt opgetekend kan worden om een behandeling te vinden.

Het verhaal van de nu zevenjarige Nic Volker uit Wisconsin in de VS laat zien waar we vermoedelijk naar op weg zijn. Kort voor zijn tweede verjaardag had hij pijn in zijn buik en moeite met lopen. De artsen ontdekten dat hij ontstekingen in het spijsverteringskanaal had, en zijn toestand verergerde na een behandeling nog steeds. Hij kreeg darmzweren en in zijn maagwand zaten gaten waar spijsverteringssappen uitliepen. Ondanks de vele tests en operaties werd de oorzaak niet gevonden, en de artsen vochten voor zijn leven. In juli 2009 was Nic zo ziek dat zijn arts alle eiwitcoderende genen van de jongen in kaart liet brengen om naar een genetische oorzaak, een mutatie, te speuren die zijn ziekte kon verklaren. Het was als zoeken naar een speld in een hooiberg, maar er werd één verandering gevonden in het gen XIAP, dat nog niet eerder was gekoppeld aan darmziekten. In 2001 kreeg Nic Volker een beenmergtransplantatie om zijn afweersysteem te vervangen. Nu is hij gezond en heeft hij geen symptomen van de ziekte meer.

Als de technologische ontwikkeling zo doorgaat, zal het over twee jaar nog maar 100 dollar kosten om je genoom in kaart te laten brengen. Intussen zitten er tienduizenden genomen aan te komen, en met het 1000 Genomes Project is het mogelijk om de genetische wortels van ziekten op te sporen. Gratis is het nog niet, maar als je je genoom in kaart laat brengen, zijn de voordelen groot.

Meer hierover op **www.wibnet.nl**

Perspectief

Wat maakt ons tot mensen?

Met genomen uit het verleden en het heden krijgen we nu een diep inzicht in onze evolutie en in dat wat onze soort speciaal maakt, bijvoorbeeld in vergelijking tot onze huidige naaste verwant, de chimpansee. In een studie onder 159 mensen onderzocht de Amerikaanse wetenschapper Evan Eichler als eerste de herhaalde elementen in het genoom, de 'zwarte doos'. Hij identificeerde genen en genfamilies die zich in onze evolutielijn ontwikkelden sinds we van de chimpansee zijn afgesplitst en mogelijk bijdragen aan het uniek menselijke. Hij wijst met name op een set genen die belangrijk is voor de ontwikkeling van de hersenen en de groei en vertakking van zenuwcellen, en die mogelijk bepalend was voor onze hersenontwikkeling vergeleken met die van de chimpansee.

GETTY IMAGES

100 JAAR
na inname van de zuidpool

VEELBOUW OP ANTARCTICA

Antarctica is zo onherbergzaam dat het wel een vreemde planeet lijkt. Leven in de oneindige ijswoestijn van dit continent vergt buitengewoon veel technisch vernuft en uithoudingsvermogen. Toch wonen er het hele jaar door mensen, en een nieuwe generatie extreme onderzoeksstations duikt op. Ze moeten energie besparen, bestand zijn tegen de kou en zich uit de sneeuw kunnen verheffen.

 Door Henrik Bendix

Feiten

ANTARCTICA

Klimaat: van 15 °C tot een record van -89 °C.

Onderzoek: klimaat, astronomie, biologie enz.

Gebied: 14 miljoen km²

IJs en sneeuw zo ver het oog reikt. De nieuwste Britse basis op Antarctica, Halley VI, kan wegskiën als de ijsschots waar hij op staat, in zee zinkt.
BRITISH ANTARCTIC SURVEY

Op de computertekening is te zien hoe Halley VI gaat worden. Bulldozers kunnen de modules op ski's verplaatsen.
BRITISH ANTARCTIC SURVEY

HUIZEN SKIËN GEWOON WEG

De Britse Halley-stations op Antarctica zijn heuse instituten. En de volgende generatie gaat langer mee, omdat ze niet ondergesneeuwd zullen raken.

De Britten zijn het beu dat hun bases op Antarctica steeds bedolven worden door de 120 centimeter sneeuw die jaarlijks op de 150 meter dikke Brunt-ijsschol valt. De zesde generatie heeft daarom een uniek ontwerp gekregen, van modules die over het ijs te verplaatsen zijn en boven de groeiende sneeuwhopen uit getild kunnen worden.

De aerodynamische Halley VI krijgt zeven blauwe modules van 152 m² per stuk, met kamers, labs en technische apparatuur. En er komt een grote rode bemanningsmodule van 467 m² over twee verdiepingen, met een gezamenlijke ruimte, keuken, eetzaal, bar en sportruimte – en wellicht een kas. De acht modules zijn gekoppeld tot één lange basis, met plek voor 52 personen 's zomers en 16 's winters, als het 105 dagen lang het hele etmaal donker is, bij -55 °C.

De modules staan op hydraulische poten met ski's. De hydraulica zorgt ervoor dat de modules makkelijk op te tillen zijn als de sneeuw te hoog komt, en als de basis te dicht bij zee komt, is hij te verplaatsen. De Britten zitten hier sinds 1956, en onderzoekers van de Halley-basis ontdekten in 1985 het gat in de ozonlaag. Nu worden er meteorologische en atmosferische proeven gedaan.

Onderweg in zee: Halley III

BRITISH ANTARCTIC SURVEY

Stelten tillen de basis boven de sneeuw uit

Als de Halley-bases vroeger achtergelaten werden, sneeuwden ze snel in. Dat is te zien op deze foto van de basis Halley III, die in 1983 verlaten werd en nu op weg naar zee is. De nieuwe bases staan op stelten, zodat ze op te tillen zijn, en zelfs op ski's, waardoor ze verplaatsbaar zijn.

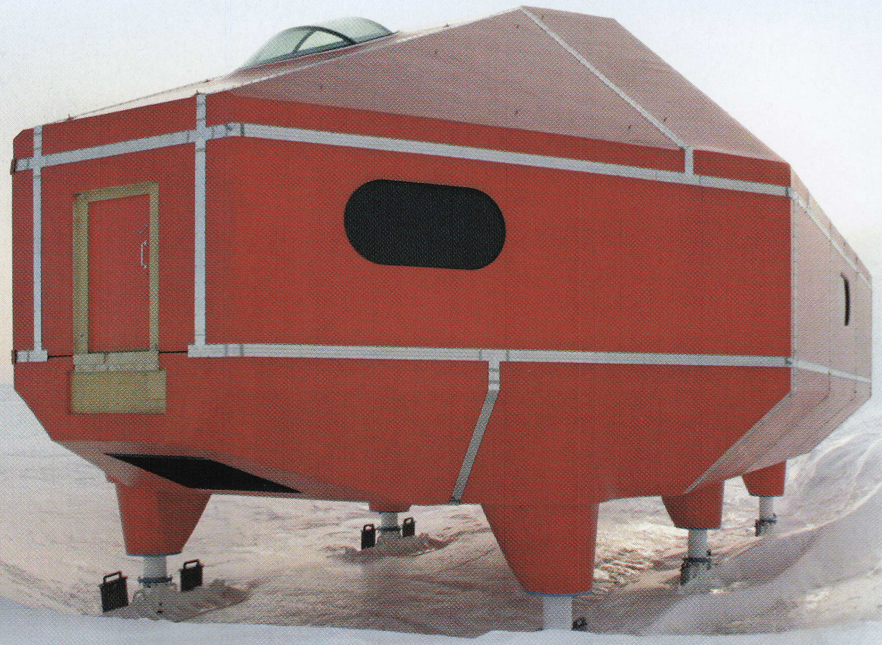
HALLEY VI

Positie: Brunt-ijsschol, 75°35' zuid, 26°34' west

Beheer: Groot-Brittannië

Ingebruikneming: eind 2011

Doel: het klimaat onderzoeken, de ozonlaag in de gaten houden e.d.



De gemeenschappelijke module van Halley VI meet bijna 500 m² en heeft o.a. een eetzaal en een bar.
BRITISH ANTARCTIC SURVEY

Antarctica kent twee jaargetijden: een korte, lichte zomer en een lange, donkere en bitter koude winter. Op de meeste plekken op het continent zijn de wetenschappers in de verschillende bases blij met de drie à vier maanden middernachtzon, maar dan is het ook gedaan met het licht. De meeste mensen die aan dit eind van de wereld werken, gaan naar huis als de winter met zijn deprimerende duisternis begint.

Verspreid over Antarctica zijn er meer dan 60 bases, waarvan de meeste dicht bij de kust liggen en alleen bewoond zijn in de Antarctische zomer van november tot februari of maart. Slechts een paar zijn geschikt om te overwinteren, ver op het Antarctisch Plateau, waar het ijs 3 à 4 kilometer boven zeeniveau uitsteekt.

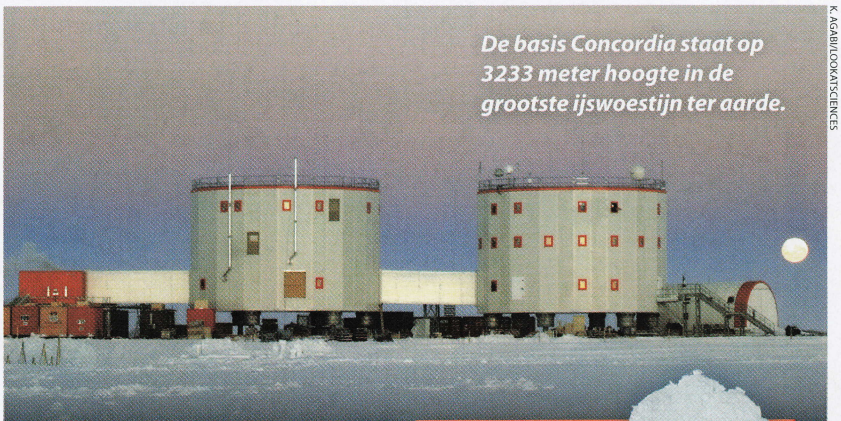
Hier in de enorme ijswoestenij zijn de omstandigheden wel heel extreem. 's Winters kan de temperatuur -80 °C bereiken; dat is 60 graden kouder dan 's zomers. Er staat altijd een ijskoude wind en de lucht is ijl en droog, waardoor ademhalen lastig kan zijn. Geen enkel leven redt het hier, zelfs microben niet. Maar mensen geven niet zo snel op.

's Winters worden de permanent bewoonde bases overgelaten aan een paar volhouders, die de wetenschappelijke meetstations – die constante aandacht vereisen – in de gaten houden.

Acht maanden totale afzondering

Acht maanden lang is de bemanning aan zichzelf overgelaten, want vanwege het pakijs kunnen schepen 's winters de kust niet bereiken, en vanaf -50 °C wordt er niet meer gevlogen. Communiceren met de buitenwereld kan nog wel, via een satellietverbinding met internet – een paar uur per dag, als de satelliet op de juiste plek staat. De verbinding – al is die traag – is ook nodig voor onderzoeksgegevens, dus zoals er op warmte en water bespaard moet worden, moet men ook zuinig zijn met internetten.

De aanhoudende winterse duisternis verstoort het dag- en nachtritme en dus ook de lichaamsprocessen. Verder is het lastiger om helder te denken. Daglichtlampen moeten het risico op een winterdepressie minimaliseren, en er zijn fijne gemeenschappelijke ruimtes, waardoor mensen elkaar graag opzoeken en niet in een isolement raken. De overwinteraars worden psychologisch getest om er ▶



De basis Concordia staat op 3233 meter hoogte in de grootste ijswoestijn ter aarde.

K. AGABI/LOOKATSCIENCES

ONDERZOEKERS MOETEN WERKEN BIJ -83 °C

Concordia zoekt uit hoe het lichaam met extremen omgaat en kijkt diep in de aarde.

De Frans-Italiaanse basis Concordia ligt bij Dome C op het Antarctisch Plateau, de grootste woestijn zonder flora en fauna ter wereld.

Begin juli 2010 is hier een temperatuur geregistreerd van -83,9 °C, en op zomerdagen is het zelden warmer dan -25 °C.

De bemanning woont en werkt in twee 18-kantige gebouwen met 16 cm dikke wanden. Door de vorm is het warmteverlies minimaal. Het 'stille' gebouw heeft kamers, labs en een ziekenboeg, het 'lawaaiige' gebouw heeft een sportzaal en een gezamenlijke ruimte, waar mensen films kunnen kijken en biljarten. De gebouwen van 18,5 meter doorsnee en 12 meter hoog staan op zes 3,5 meter hoge hydraulische poten. Op de basis wordt onder meer onderzocht hoe kou en isolatie mensen beïnvloeden; o.a. de Europese ruimtevaartorganisatie ESA heeft daar interesse in. Een meetstation bij de basis registreert ook seismische activiteit, en zo is het betrokken bij de constante bewaking van de aarde.

CONCORDIA

Positie: Dome C op het Antarctisch Plateau, 75°06' zuid, 123°21' oost

Beheer: Frankrijk en Italië

Ingebruikneming: 2005

Doel: geneeskunde, astronomie en seismisch onderzoek

Astronomische observaties zijn scherp in de ijle, schone lucht.

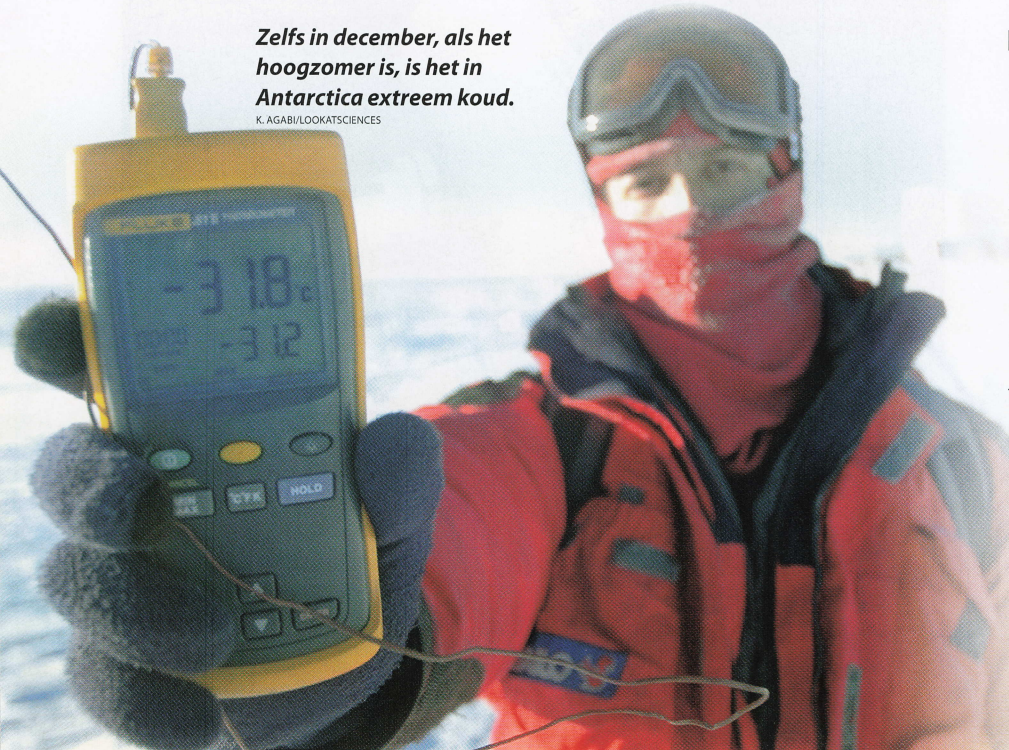
K. AGABI/LOOKATSCIENCES

BELGEN FOCUSSEN OP DUURZAAMHEID

De nieuwste basis in Antarctica is ook de meest geavanceerde. Alles is tot in detail doordacht om energie te besparen en afval te reduceren.

Het Princess Elisabeth-station is de eerste basis op Antarctica die uitsluitend draait op duurzame energie. Elektriciteit komt van negen windturbines en 380 vierkante meter zonnecellen, en water wordt verwarmd door 22 vierkante meter zonnepanelen. Er is alleen zonne-energie in de zomer, van november tot februari, en de basis is slechts in die periode bewoond. Maar 100 van de 120 dagen is het 24 uur per etmaal licht.

Over alles is nagedacht: de strakke vorm van de basis en de ligging op de wind, de positie van de ramen, de gevelbekleding en de isolatie. Het ventilatiesysteem zorgt mede voor een comfortabele binnentemperatuur met weinig verbruik van energie. Dat alles wordt bewaakt door een computersysteem, dat de basis ook 's winters in de gaten houdt, als deze verlaten is. De onderzoekers werken in verschillende takken van wetenschap, van astronomie tot biologie. Bij een recente



Zelfs in december, als het hoogzomer is, is het in Antarctica extreem koud.
K. AGABI/LOOKATSCIENCES

▶ zeker van te zijn dat ze de psychische druk aankunnen waarmee ze te maken krijgen tijdens hun afzondering.

Sneeuw bedelft uiteindelijk alles

Mensen die niet voorbereid zijn, houden het in Antarctica niet lang uit, en dat geldt ook voor gebouwen. Pas de laatste tien jaar is het duidelijk wat het inhoudt om een basis te bouwen die lang tegen de omstandigheden is opgewassen.

De sneeuw heeft al veel Antarctische bases bedolven. Vroeger werden bases gemaakt van grote stalen buizen, die al snel ondersneeuwden. De bewoners zaten hier altijd in het donker, en moesten permanent de tunnel naar buiten in stand houden. Tien jaar kon een basis de druk van de sneeuw aan – en moest dan

Duurzame energie is het sleutelwoord op de Belgische basis. Windmolens en zonnecellen leveren alle energie.
R. ROBERT, INTERNATIONAL POLAR FOUNDATION

PRINCESS ELISABETH

Positie: Utsteinen Ridge, Koningin Maudland. 71°57' zuid, 23°20' oost

Beheer: België

Ingebruikneming: 2009

Doel: astronomie, biologie en onderzoek van het ijs

expeditie werden er 218 meteorieten verzameld, en intussen bestudeerden andere wetenschappers het leven in de omgeving – de micro-organismen die in het barre klimaat gedijen. Glaciologen onderzoeken hoe snel de ijsbergen van de lokale ijsschol afkalven, onder meer om vast te stellen welke gevolgen de opwarming van de aarde heeft.

verlaten worden. Nu zijn er oplossingen voor de woningproblemen. De bases staan op stalen poten, zodat de sneeuw eronder terechtkomt. Het hele gebouw kan hydraulisch worden opgetild als dat vanwege de sneeuwmassa's nodig is.

Nieuwe bases hebben ronde hoeken en gladde oppervlakken, en staan met hun aerodynamische profiel optimaal op de heersende windrichting. De ijskoude wind raast om de bases heen en heeft daaronder extra veel vaart, waardoor de sneeuw hier niet zo snel blijft liggen.

En buiten het Antarctisch Plateau komen bases op uitstekende rotsen. De wind blaast de sneeuw eromheen, zodat de bases niet verplaatst hoeven worden.

De architectonische uitdagingen zijn vooral groot voor bases die gebouwd ▶

OP JACHT NAAR WALVISSENZANG EN OZONGATEN

Neumayer III is een nieuwe, grote basis, die het hele jaar allerlei onderzoeken doet.

De twee eerste Neumayer-bases van 1981 en 1992 zijn door de sneeuw platgewalst, maar dit zal Neumayer III niet zomaar gebeuren. De Duitse basis staat op een platform van 68 x 24 meter, dat zes meter boven de sneeuw verheven is. Het platform staat op 16 hydraulische poten en één keer per jaar wordt de hele, 2300 ton zware basis opgetild tot boven de 80 centimeter gevallen sneeuw.

Er kunnen 40 mensen in, maar in de lange, donkere Antarctische winter wonen er maar negen, 14 tot 15 maanden achter elkaar.

De 2118 vierkante meter grote basis telt 15 appartementen, 12 labs, een keuken, kantine, ziekenboeg en een badafdeling met sauna. Een zuiveringsinstallatie verwerkt al het afvalwater en een kerncentrale met vier dieselgeneratoren levert energie, samen met een windturbine – en daar komen er de volgende jaren nog meer van. In de garage, acht meter diep in de sneeuw, staan voertuigen en andere apparatuur. De basis meet aardbevingen, fluctuaties in het aardse magneetveld, de werking van het getij op het ijsplateau en de samenstelling van de atmosfeer. 18 kilometer ten noorden van de basis bekijken onderzoekers leven onder het ijs. Onderwatermicrofoons nemen de geluiden van walvissen en zeehonden op, die onder de 100 meter dikke ijslaag zwemmen. Het geluid wordt draadloos naar de basis gestuurd en dan verder naar Duitsland.

De weerballons vertrekken vanaf het dak en waken over de ozonlaag.
ALFRED WEGENER INSTITUT

NEUMAYER III

Positie: IJsplateau Ekström, Atka Bay, de noordoostelijke Weddellzee, 70°40' zuid, 8°16' west

Beheer: Duitsland

Ingebruikneming: 2009

Doel: seismologie, biologie, klimaat, onderzoek van de ozonlaag

Neumayer III staat op hydraulische poten, die zijn levensduur tot 30 jaar verlengen.
EPA/SCANPIX

BENEKE DE WET

Sanae IV rust op een rotsige uitloper, een nunatak, die uit de sneeuw steekt. De sneeuw waait hier onder de basis door, waardoor deze niet insneeuwt.

SANAE IV

Positie: Vesleskarvet, Koningin Maudland, 71°40' zuid, 2°51' west

Beheer: Zuid-Afrika

Ingebruikneming: 1997

Doel: meteorologie, natuurkunde, onderzoek naar aards magneetveld

WAT VOOR WEER IS HET IN DE RUIMTE?

De Zuid-Afrikaanse Sanae IV is de oudste van de nieuwe generatie bases, en wordt nog verbeterd.

De Zuid-Afrikaanse basis Sanae IV houdt het weer in de ruimte het hele jaar door in de gaten. Op de polen komen de aardse magnetische veldlijnen bijeen, dus geladen deeltjes uit de ruimte – vooral van de zon – verzamelen zich hier. De basis is ook een observatorium dat zonneactiviteit meet, o.a. met behulp van een radarstation.

Hier kunnen 20 mensen overwinteren, maar een expeditie telt er meestal 10. Drie à vier onderzoekers, vaak een meteoroloog en een paar natuurkundigen, verblijven 15 maanden op de basis, waarvan 10 volkomen afgezonderd. Dan is er nog een arts, en een handvol technici onderhoudt de apparatuur. Sanae IV kan wel 60 mensen behuizen. De basis staat op een 210 meter hoge nunatak – een rots die uit het ijs en de sneeuw steekt – en bestaat uit drie geschakelde gebouwen van twee verdiepingen, elk met een oppervlak van 616 m². De gebouwen staan op stelten, die ze 3,5 meter boven het gesteente uit tillen. Er komen ook drie windmolens bij, wat hopelijk leidt tot minder uitstoot van de dieselgeneratoren.

▶ zijn op een ijsschol, waarbij er een dikke ijslaag vanaf het vasteland in zee steekt. Zo'n drijvende gletsjer gaat steeds verder de zee op, totdat er ijsbergen van afkalven, en vroeg of laat moet de basis ontmanteld worden om niet in zee te vallen – of wegskiën, zoals Halley VI.

Brandstof en andere voorzieningen komen op de kust aan en worden naar het binnenland vervoerd op sleeën, die door rupstrekkers worden getrokken. De rit naar bases die 1000 kilometer uit de kust liggen, duurt 12 dagen. Op de terugweg neemt het konvooi het afval van de winter mee. Niets blijft achter op het ijs.

Een basis is meestal het centrum van een reeks onderzoeksprojecten. Zeker voor klimaatonderzoekers is de Zuidpool heel interessant, want hier is te zien wat de gevolgen zijn van de opwarming van de aarde door toedoen van mensen. Via ijskernboringen wordt het klimaat van honderdduizenden jaren opgetekend.

Maar ook andere onderzoekers staan klaar om de kou in te gaan. Astronomen kunnen meteorieten zoeken, die goed te zien zijn in de sneeuw. Met telescopen hebben ze vanaf het Antarctisch Plateau een fantastisch zicht op de nachthemel. Bovendien kunnen deeltjes van de zon het best op de polen onderzocht worden.

Geologen kunnen de geschiedenis van de aarde onderzoeken, en bij de kust is er werk aan de winkel voor biologen en paleontologen. Sommige onderzoekers gaan zelfs op expeditie vanaf de basis en slapen in een tent in de ijzige kou, zoals Zuidpoolreizigers in de goede oude tijd.

Antarctica heeft nog vele geheimen prijs te geven. En gelukkig gaan er elk jaar honderden onderzoekers heen, die de kou trotseren en zich maandenlang in Antarctica vestigen. Een aantal nieuwe bases zal ze met open armen ontvangen.

NCAOR

Op de oostkust van Antarctica bouwt India de Bharati-basis, die in 2012 voltooid moet zijn. De basis moet onder meer satellietbeelden doorsturen naar India.

Meer hierover op **www.wibnet.nl**

RECHT NAAR DE STERREN KIJKEN

De Amundsen-Scott-basis huisvest onderzoekers sinds 1956. In 2008 is deze gerenoveerd en uitgebreid: nu kunnen er 150 mensen verblijven.

Als je zo ver naar het zuiden gaat als maar mogelijk is, eindig je bij Amundsen-Scott South Pole Station. De Amerikaanse basis ligt namelijk bij de geografische zuidpool op het Antarctisch Plateau, 2835 meter boven zeeniveau, midden in een woestijn van ijs.

Met 7400 vierkante meter is de basis groot genoeg voor de circa 150 mensen die hier 's zomers verblijven. 50 overwinteren er ook, van half februari tot eind oktober. De kamers meten slechts 6,5 vierkante meter, maar hier slapen de onderzoekers slechts – als ze niet werken, kunnen ze in de gezamenlijke ruimte film kijken of spelletjes doen. Ze kunnen sporten in de sportzaal of sla, tomaten en komkommers oogsten in de grote, door NASA ontwikkelde kas.

's Zomers kunnen vliegtuigen op ski's landen op de landingsbaan van de basis. Er valt per jaar slechts 20 centimeter sneeuw, maar omdat het nooit dooit, wordt het een flink pak. Gelukkig is de nieuwe basis op hydraulische palen 25 centimeter per keer op te tillen als de sneeuw te hoog komt.

Hier zijn twee belangrijke astronomische observatoria: een grote telescoop met een diameter van 10 meter en een enorm neutrino-observatorium. De zuidpool is een goede plek voor een telescoop, want deze ligt hoog, is meestal onbewolkt en de lucht is ijl en droog, wat goede observaties oplevert.

Voor het neutrino-observatorium IceCube, dat in december 2010 was voltooid, zijn diverse detectoren ingegraven in het ijs, in afwachting van de vluchtige deeltjes.

B. BARNETT/THE ANTARCTIC SUN

NASA hielp de 344 m² grote kas te ontwikkelen, waarover de onderzoekers op de Amundsen-Scott-basis beschikken. Deze levert dagelijks een portie groenten.

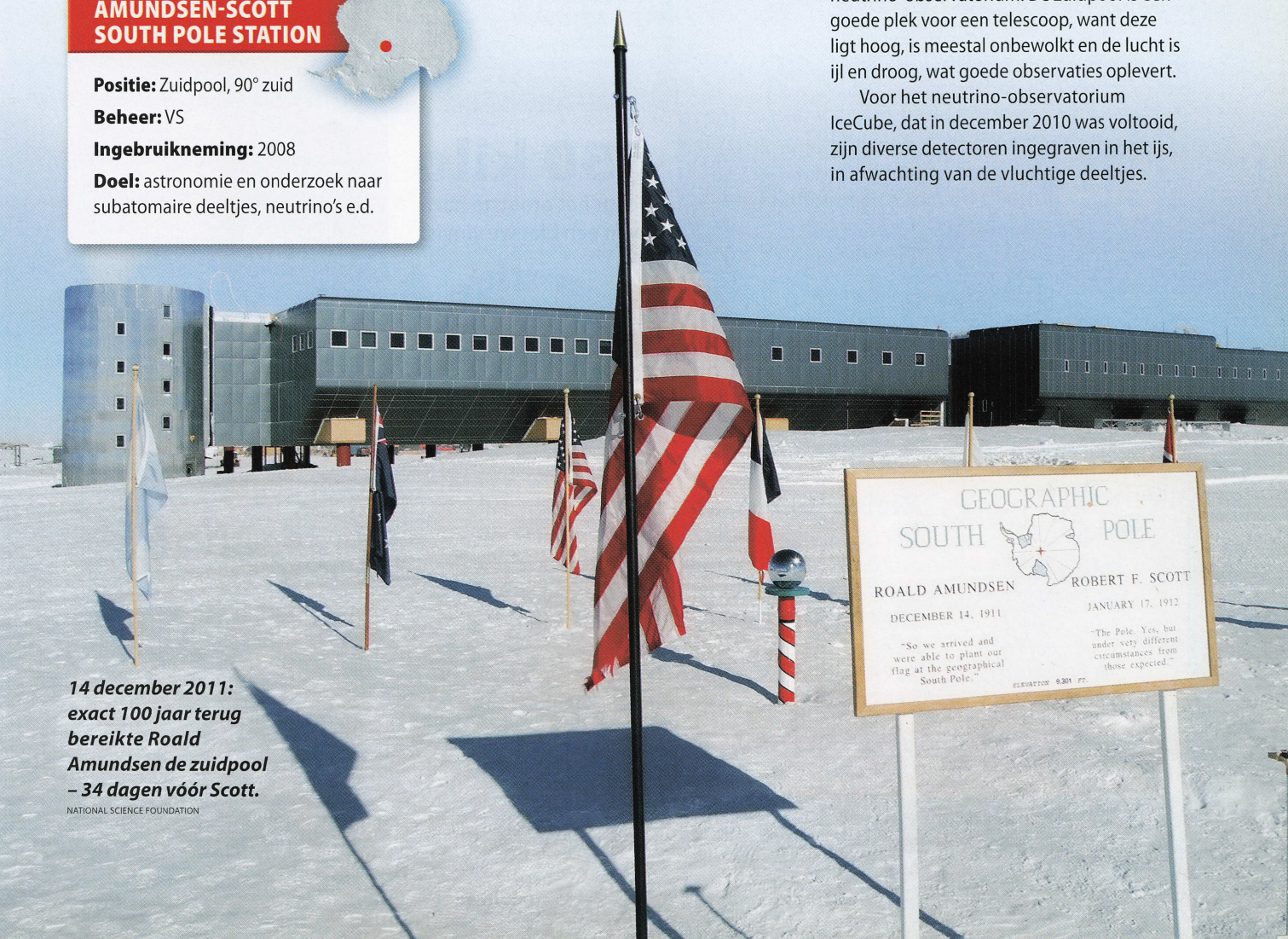
AMUNDSEN-SCOTT SOUTH POLE STATION

Positie: Zuidpool, 90° zuid

Beheer: VS

Ingebruikneming: 2008

Doel: astronomie en onderzoek naar subatomaire deeltjes, neutrino's e.d.



14 december 2011: exact 100 jaar terug bereikte Roald Amundsen de zuidpool – 34 dagen vóór Scott.

NATIONAL SCIENCE FOUNDATION

HET HART in cijfers

Het hart is onze ijverigste spier. Deze pomp is cruciaal voor ons leven, en hartziekten vormen de meest voorkomende doodsoorzaak.

Zware inspanning zet turbo op de bloedsomloop

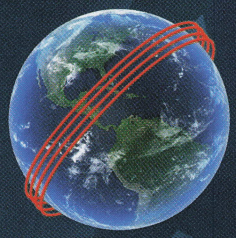
3 miljard
keer heeft het hart geslagen als we 80 jaar zijn.

1 deciliter bloed wordt er bij elke hartslag rondgepompt.

6 liter bloed per minuut pompt het hart rond in de bloedsomloop: de inhoud van een grote soeppan.

20 liter bloed kan het hart tijdens intensief sporten per seconde doorpompen. Dat is een hele emmer vol.

84 Een Olympisch zwembad kun je vullen met het bloed dat het hart in een heel leven door een lijf pompt.

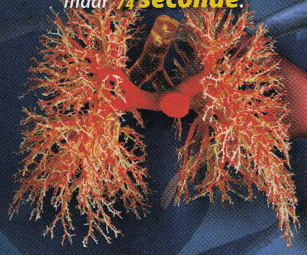


150.000
kilometer is de lengte van onze bloedsomloop. Dat is bijna vier keer de omtrek van de aarde.

11
van de **57.440** mensen in een onderzoek hadden het hart niet op de juiste plek, maar rechts. Dat noemen we dextrocardie.

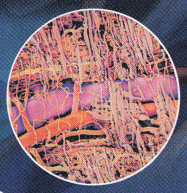
650 kilo
weegt het grootste hart – van een blauwe vinvis.

*¾ **seconde** duurt het om het bloed door de longen te pompen. En bij zware inspanning zelfs maar ¼ **seconde**.*



10-20 millivolt
is de spanning in de elektrische impuls die van de sinusknoop uitgaat en het hart laat slaan.

600 milliseconden rust het hart tussen twee slagen in. Een slag duurt zelf circa 400 milliseconden.



30 mmHg is de bloeddruk in de capillairen, de kleine haarvaten. Gemeten bij het hart ligt die op 100 tot 140.

Kleine dieren, snelle harten

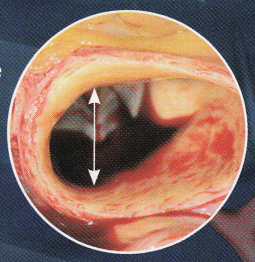
Het oppervlak van de bloedvaten is bij kleine dieren groot in verhouding tot het volume. Dat verhoogt de weerstand; het hart moet sneller werken om de circulatie op gang te houden.

250
mmHg is de hoogste bloeddruk die ooit gevonden is. En wel in de kop van een giraf.

Door Ib Salomon. Illustraties: Claus Lunau. Foto's: Shutterstock, Scanpix, SPL/Scanpix, W. Marschall, Corbis/Polfoto, Reuters/Scanpix

8 seconden duurt het voordat je buiten bewustzijn bent na een hartstilstand.

25 millimeter gemiddeld is de aorta, de grote lichaamsslagader. Ongeveer zo dik als een tuinslang dus.



40 cm/sec. – zo snel kan bloed door de aorta gaan.

2 omlopen zijn er: een door de longen, waar bloed zuurstof krijgt, en een door de rest van het lichaam.

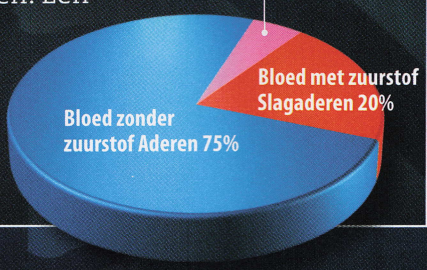
4 kamers vormen het hart, twee voor- en twee hartkamers.

2-3 keer zo dik zijn de wanden in de linker hartkamer als die in de rechter.

300 gram weegt een volwassen mensenhart gemiddeld. Maar de variatie is groot – van **200** tot **450** gram.

Meeste bloed gaat naar het hart

Op elk moment stroomt het meeste bloed terug naar het hart via de aderen, na zuurstof afgegeven te hebben. Een kleiner deel, met zuurstof, stroomt door slagaderen van het hart af en 5% zit in de capillairen, de kleinste bloedvaten.



Alle bronnen op www.wibnet.nl

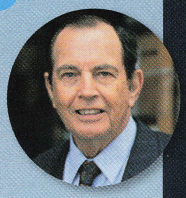
Het hart in crisis

Het hart werkt zeer stabiel. Maar net als andere organen kan het door ziekte getroffen worden. En hartaandoeningen kunnen al snel levensgevaarlijk zijn.

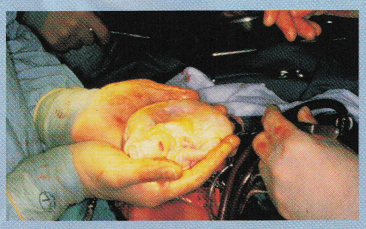
1,5 keer zo groot is de kans op hartziekten als je niet beweegt, blijkt uit onderzoeken. Met roken is de kans op een hartaanval 2 tot 3 keer zo hoog.

1 miljard mensen hebben pillen voor een hoge bloeddruk nodig.

18 dagen overleefde de patiënt die in 1967 als eerste een harttransplantatie onderging. De chirurg was de Zuid-Afrikaan Christiaan Barnard (r).



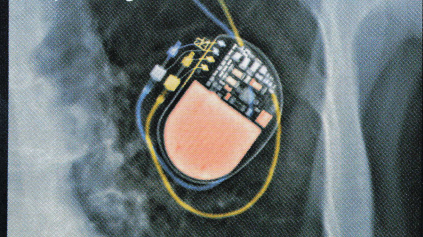
90.000 mensen ter wereld kregen sindsdien een nieuw hart. Ondanks het tekort aan donoren zijn er per jaar 3400 harttransplantaties.



118 dagen overleefde de 14-jarige Amerikaanse D'Zhana Simmons zonder hart in 2008. Haar bloed werd machinaal rondgepompt terwijl ze wachtte op een transplantatie.

600.000 mensen per jaar krijgen een pacemaker. Dat zijn meer mensen dan er in Helsinki wonen, de hoofdstad van Finland.

10 jaar werkt een pacemaker voordat hij vervangen moet worden.



En de winnaars zijn...

ratten

Het is al eeuwen oorlog tussen mens en rat – en de ontwikkeling van steeds geavanceerdere wapens heeft ons niet naar de overwinning geleid. We hebben ratten opgejaagd, beschoten, vergiftigd en zelfs opgegeten, maar het was allemaal voor niets: de rat vertoont zich inmiddels meer dan ooit.

De rat komt waar hij maar wil – ook al doen we er alles aan om van deze plaaggeest af te komen.
D. BEVAN/NATURE PL

We hebben van alles in het werk gesteld om hem te bestrijden, maar hij is er nog en geeft zich niet zomaar gewonnen. De rat is onze ergste vijand. Hij veroorzaakt ziekten en hongersnood en is ons nu al duizenden jaren een doorn in het oog. Door in de middeleeuwen de pest te verspreiden hebben ratten onze geschiedenis zelfs veranderd. En er zijn er nu meer dan ooit.

Veel dieren worden ratten genoemd, maar de echte rat hoort tot het geslacht Rattus, waarvan er nu 64 soorten zijn. De meeste komen zelden bij mensen in de buurt, al geldt dat niet voor de bruine en de zwarte rat. Die zijn zo dol op ons dat er nu meer bij mensen in de buurt leven dan dat ze in het wild voorkomen.

De bruine en de zwarte rat zijn de twee dieren die wereldwijd de grootste schade aanrichten. Ze passen zich snel aan en kunnen in natuurgebieden, maar ook in de stad prima overleven. In veel ontwikkelingslanden eten of vernietigen ze tussen een derde en de helft van alle gewassen. Overal ter wereld vernielen ze woningen en verspreiden ze allerlei ziekten. Soms knagen ze aan elektrische leidingen, waardoor er stroomstoringen en felle branden ontstaan.

De rat richt niet alleen in de stad, maar ook in natuurgebieden enorme schade aan. Door onze toegenomen reislust, de scheepvaart en andere vormen van transport komt hij nu overal ter wereld voor: in bosgebieden, bergen en op tropische eilanden. Dat heeft enorme gevolgen voor de ecologie. Door zijn eetlust, zijn voortplantingsvermogen en het snel groeiende aantal dat daar een direct gevolg van is, is de samenstelling van de gewassen in veel landen veranderd. De rat heeft inheemse dieren uit hun habitat verdrongen of zelfs bijna uitgeroeid door hun eitjes en jonkies op te eten.

In Nieuw-Zeeland zijn er door de aanwezigheid van de rat nog geen 100 exemplaren over van de kakapo, een papegaaiachtige die niet kan vliegen. Ook zijn ratten medeverantwoordelijk voor het feit dat weta's, insecten die op sprinkhanen lijken en nergens anders dan in Nieuw-Zeeland voorkomen, met uitsterven worden bedreigd.

Bruine rat weegt soms een kilo

In veel streken leven de twee invasieve rattensoorten naast elkaar, maar hebben ze toch tot op zekere hoogte hun eigen leefgebied. De zwarte rat komt vooral voor in warme gebieden, en anders dan de bruine rat begeeft hij zich niet graag in koude contreien. De zwarte rat is een uitmuntende klimmer, terwijl de bruine rat prima kan zwemmen en zeer goed ontwikkelde zintuigen heeft waarmee hij ultrageluiden en ultraviolet licht kan waarnemen. De bruine rat is ook iets ▶

Ratten passen zich meesterlijk aan

De twee rattensoorten die het meest voorkomen, zijn de bruine rat en de zwarte rat. Er zijn in totaal 64 soorten van het geslacht Rattus – een grote groep knaagdieren die nauw verwant is met de muis en vrijwel overal ter wereld voorkomt. De bruine rat is wat steviger dan de zwarte, maar beide soorten kunnen een halve meter lang worden. Ze hebben grote oren en ogen en ontwikkelde snorharen, die op scherpe zintuigen duiden.

Ratten kunnen in elke denkbare omgeving overleven. Ze eten bijna alles, planten zich makkelijk voort en hebben een lichaamsbouw die zich overal kan aanpassen. Ze hebben geleerd zij aan zij met de mens te leven en zijn grappig genoeg heel nieuwsgierig en voorzichtig tegelijk.

Ze gaan graag op onderzoek uit, maar van nieuw voedsel eten ze maar een klein beetje, en dan wachten ze af of ze er ziek van worden. Als dat het geval is, laten ze het verder links liggen. Daardoor zijn ratten extreem lastig te bestrijden. Studies tonen aan dat de intelligentie van vooral de bruine rat vergelijkbaar is met die van bepaalde primaten.

ALAMY

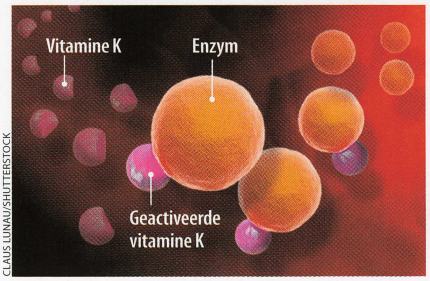
Ratten eten bijna alles. Op het land storten ze zich op gewassen, in de stad gaat techniek eraan.

Doelgericht gif is ons beste wapen

De meest effectieve soorten rattengif richten zich op het bloed. Het gif veroorzaakt inwendige bloedingen en voorkomt dat het bloed stolt. Daardoor bloedt de rat langzaam dood.

1. DE RAT GENEEST ZICHZELF

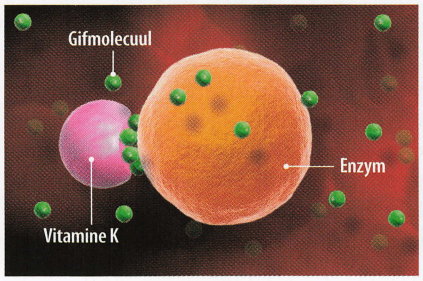
Inwendige bloedingen worden met behulp van vitamine K gestopt. De vitamine wordt geactiveerd door het enzym vitamine K epoxide reductase. Daarna start de actieve vitamine K een gecompliceerd proces waardoor het bloed stolt.



CLAUS LUNAU/SHUTTERSTOCK

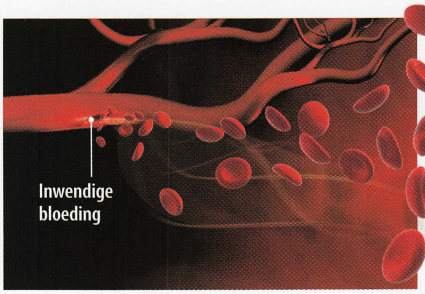
2. GIF STOPT BLOEDSTOLLING

Gifmoleculen binden zich aan het oppervlak van het enzym, waardoor vitamine K geblokkeerd raakt. Zo komt er steeds minder actieve vitamine K in het bloed. Door het vitaminetekort wordt het bloedstollingsproces afgeremd.



3. DE RAT BLOEDT DOOD

Er ontstaan spontane inwendige bloedingen, die niet gestopt kunnen worden. Het gif zorgt er ook voor dat het bloed door de wand van de aders stroomt. Er ontstaat een bloed- en zuurstoftekort in de hersenen en andere organen, en de rat sterft.



▶ zwaarder dan zijn neef en weegt soms wel 500 gram – in zeldzame gevallen zelfs meer dan een kilo. Omdat zwarte ratten niet alles eten, richten ze minder schade aan dan hun bruine verwanten. Maar soms neemt het aantal explosief toe. Dat kan bijvoorbeeld gebeuren als de bamboeplanten vruchten vormen. Als ratten de zaden hebben verorberd en in aantal flink toegenomen zijn, gaan ze in grote kolonies op strooptocht, en daarbij sparen ze de gewassen en graanschuren niet. Veel landen hebben door de eeuwen heen voedsel verloren zien gaan door toedoen van de hongerige ratten.

De zwarte en de bruine rat komen oorspronkelijk uit Azië – de bruine uit Noord-China en de zwarte uit de meer tropische gebieden. Van daaruit hebben ze zich door toedoen van de mens over de hele aarde verspreid. Het Westen werd eerst door de zwarte rat bevolkt, nadat hij zich zo'n 2000 jaar geleden door Azië in de richting van het Midden-Oosten had verspreid. De Romeinen kenden de muis al en noemden het nieuwe dier daarom Mus Maximus, grote muis.

Zwarte dood door zwarte rat

In 600 n.Chr. had de rat de Middellandse Zee en Midden-Europa bereikt, waarna hij veelal als verstekeling op zeilschepen de rest van de wereld veroverde. Dat had voor de mensheid gigantische gevolgen, want hij verspreidde de zwarte dood, de verwoestende pestepidemie die in de middeleeuwen huishield. In 1349-1350 maakte de pest onvoorstelbaar veel slachtoffers en de ziekte zou het verloop van de wereldgeschiedenis bepalen.

De pest was oorspronkelijk een ziekte die alleen bij knaagdieren voorkwam. Als een rat ziek wordt, neemt het aantal pestbacteriën in zijn lichaam en bloed toe. Als een rattenvlo zich vervolgens te goed doet aan het bloed van een zieke rat, worden de pestbacteriën op de vlo overgebracht. Als de rat dan sterft, moet de vlo een ander slachtoffer zoeken, wil hij voldoende te eten hebben. Hij zoekt dan een andere rat of een mens uit, en zo wordt de ziekte dan verspreid.

De pest begon vermoedelijk begin 14e eeuw in Azië, en in 1346 had de ziekte de Zwarte Zee bereikt. De pest verspreidde zich via ratten op handelsschepen naar Italië en de rest van Europa, en roeide de helft van de Europese bevolking uit. Het had een enorme sociale en economische impact. Sommige geschiedkundigen menen zelfs dat de zwarte dood tot

De zwarte rat is meestal slanker dan de bruine, maar beide kunnen een halve meter lang worden, inclusief de staart.

het kapitalisme heeft geleid, aangezien werkgevers de salarissen verhoogden om aan arbeidskrachten te kunnen komen.

In die tijd verloor de kerk veel macht, doordat ze de ziekte niet kon verklaren. In de middeleeuwen wisten mensen nog niet wat bacteriën waren, en bepaalde bevolkingsgroepen kregen de schuld van de epidemie. Dat leidde tot onder meer een groot bloedbad onder religieuze en politieke minderheden, vooral joden.

De daaropvolgende 300 à 400 jaar keerde de pest steeds terug, maar telkens in een afgezwakte vorm. Volgens een aantal onderzoekers kwam dat door de komst van de bruine rat. Dit dier, dat groter en sterker was dan de zwarte rat, verdreef de zwarte rat uit grote delen van Europa. En aangezien de bruine rat de pest niet kon overdragen, nam het aantal sterfgevallen algauw af.

Slimme rat biedt weerstand

De bruine rat bleek echter nog veel meer voorraden en gewassen te vernietigen dan de zwarte, waarschijnlijk omdat die onder zwaardere omstandigheden moest overleven. We weten niet exact wanneer de bruine rat hier kwam, maar halverwege de 16e eeuw werd hij in Oost- en Midden-Europa gesignaleerd. In 1730 hoorde men er in Engeland voor het eerst van, en 20 jaar later had de bruine rat zich al in Noord-Amerika gevestigd.

Daar had hij het blijkbaar zo naar zijn zin dat New York nu vermoedelijk de stad is met de meeste ratten ter wereld. Volgens schattingen leven er in New York en zijn voorsteden rond de 100 miljoen ratten. De rattenbestrijding richt zich het meest op de bruine rat. Maar deze rat biedt veel weerstand, want het is een slim beest. Bruine ratten zijn in staat moeilijke taken uit te voeren en blijken een uitstekend geheugen te hebben; sommige onderzoekers menen zelfs dat ratten kunnen reflecteren, waardoor ze kunnen beslissen welke strategie ze in bepaalde situaties zullen hanteren.

Met alles wat ze op hun kerfstok hebben, is het niet zo vreemd dat wij de rat op tal van manieren hebben willen uitroeien. Eerst gebruikten we katten, speciaal daarvoor getrainde honden en allerlei mogelijke wapens, maar voor de Romeinen was het al duidelijk dat de slag bij voorbaat verloren was. Ratten planten zich namelijk zo snel voort dat geen enkel middel echt geschikt is om de rattenpopulatie te decimeren.

In een volgende fase probeerden we het met gif, maar ook hier stuitten we al gauw op problemen. Ratten laten zich namelijk niet lang door hetzelfde gif in de maling nemen. Zeker de bruine rat trapt daar niet in. Omdat het omnivoren zijn, gaan ze zorgvuldig om met nieuwe hapjes. Als ze zich ook maar enigszins onwel voelen na een klein hapje, laten ze het daarna voorgoed links liggen. Rattengif moet daarom langzaam werken, en symptomen mogen pas na drie à vier dagen zichtbaar worden. Als dat niet zo is, onthouden ratten dat en leggen ze een verband tussen gif en ziek worden.

Daarom is rattengif nu gebaseerd op stoffen die de bloedstolling verstoren. De ratten krijgen na het innemen van gif inwendige bloedingen, waaraan ze na enige tijd sterven. Maar zelfs met deze paardenmiddelen duidt niets erop dat het aantal ratten afneemt. Ondanks onze eeuwenlange inspanningen om ratten te bestrijden, worden ze steeds resistenter tegen verschillende vormen van gif. En in zekere zin hebben we zelf een soort superratten gekweekt, die we nu steeds moeilijker kunnen bestrijden.

Het is echter mogelijk om alle ratten in een bepaald gebied te bestrijden. Maar daar is een veelomvattende, agressieve uitroeiingscampagne voor nodig, en dat is in steden niet te doen. Het grootste rattenvrije gebied, op de Zuidpool na, is de Canadese provincie Alberta, waar de overheid al sinds de jaren 1950 op grote schaal ratten bestrijdt en nooit de moed heeft opgegeven. In veel andere landen kunnen we alleen maar hopen dat het aantal binnen de perken blijft.

Het ergste aan ratten is dat ze nog steeds ziekten verspreiden. In de zomer van 2010 waren er in Birma tekenen van een opkomende pestepidemie, en in Taiwan ontdekten wetenschappers dat de bruine rat een nieuwe soort bacterie, Bartonella rochalimae, met zich meedraagt, die mensen fataal kan worden. Er zijn nog geen ziekten uitgebroken, maar met het enorme verspreidingsgebied van de rat kan het makkelijk leiden tot een ware pandemie waar de zwarte dood niets bij is – en dan hebben we de oorlog tegen de rat toch echt verloren.

Meer hierover op **www.wibnet.nl**

Gehaat door velen, maar ook geliefd

In veel landen zijn ratten zo onbemind dat het woord voor 'rat' er een scheldwoord is geworden. In andere landen is men echter dol op de dieren. In een aantal religies is de rat zelfs heilig, en in Azië moet je niet vreemd opkijken als je hindoes ratten ziet voeren.

In het verleden was de rat ook heel populair, maar dan als voedsel. Rattenvlees was vroeger een van de ingrediënten van het Spaanse gerecht paella. In veel landen staat de rat nog steeds op het menu.

K. KISHORE/REUTERS/SCANPIX

Ratten zijn heilig in Karni Mata, een hindoeïstische tempel, alias de Rattentempel, in Noord-India.

S. SUKPLANG/REUTERS/SCANPIX

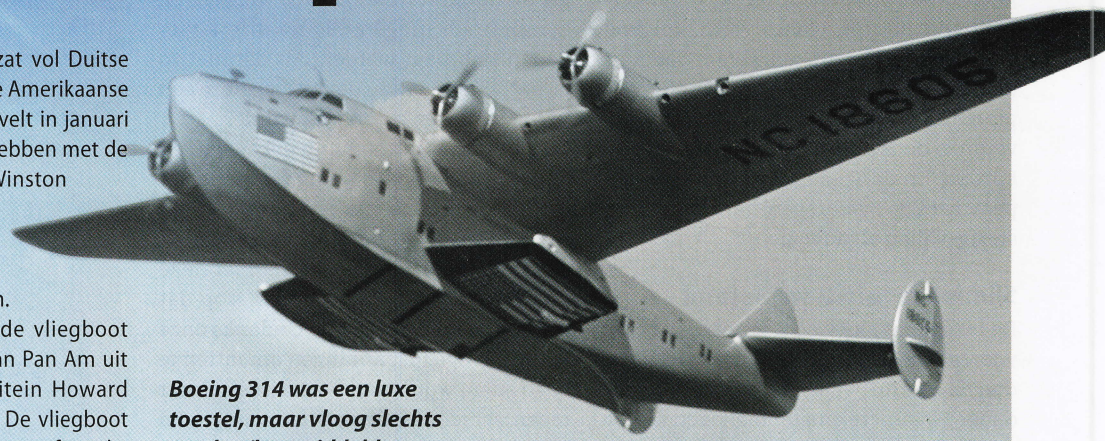
Ook in Thailand is de rat populair – maar dan als lekkernij. De verkoper serveert gegrilde rat.

Roosevelt, de eerste vliegende president

De Atlantische Oceaan zat vol Duitse onderzeeboten, toen de Amerikaanse president Franklin D. Roosevelt in januari 1943 een ontmoeting zou hebben met de Britse minister-president Winston Churchill in Casablanca in Noord-Afrika. Roosevelt koos er daarom als eerste president voor om te vliegen.

Op 11 januari vertrok de vliegboot Boeing 314 Dixie Clipper van Pan Am uit Miami in Florida met kapitein Howard Cone aan de stuurknuppel. De vliegboot was het eerste en grootste langeafstands-passagiersvliegtuig, en kreeg een escorte mee van 35 gevechtsvliegtuigen.

Eenmaal op hoogte kreeg de president in de Clipper zijn ontbijt, waarna hij wat makkelijks aantrok: een sweater en *slacks*. Na een tussenlanding in Port of Spain op Trinidad zette het toestel de volgende dag koers naar Belém in Noord-Brazilië. Op dit traject verdreef Roosevelt de tijd met een spelletje patience en bewonderde hij het immense regenwoud, waar het vliegtuig overheen vloog. Vanuit Belém vertrok de Clipper voor het derde en meest riskante traject van de reis, de tocht naar Bathurst (nu Banjul) in Gambia, West-Afrika – over de Atlantische Oceaan vol onderzeeërs. Tijdens de 19 uur durende vlucht sliep de president veel in een groot bed dat daar was geïnstalleerd, zodat hij uitgerust op de conferentie kon verschijnen. Zonder slag of stoot bereikte het vliegtuig Bathurst, waar de president en zijn gevolg overstapten op een transportvliegtuig voor het laatste traject, het stuk naar Casablanca.

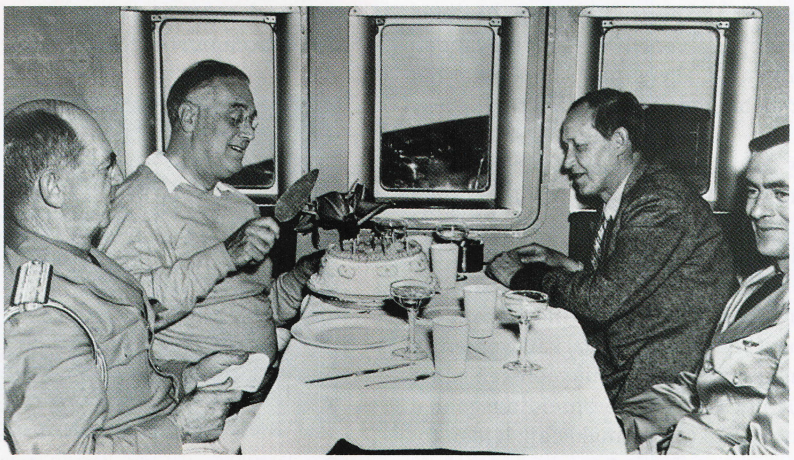


Boeing 314 was een luxe toestel, maar vloog slechts 300 km/h gemiddeld.
THE GRANGER COLLECTION/SCANPIX

Na de conferentie vloog Roosevelt via dezelfde weg terug naar de VS, waar hij op 31 januari landde. De dag daarvoor vierde hij zijn verjaardag hoog in de wolken.

Met de lange reis leidde Roosevelt het tijdperk van de vliegende presidenten in. De vliegboot was echter niet toegerust om presidenten rond te vliegen. Zijn opvolger Douglas VC-54C, een legertoestel met de bijnaam Sacred Cow (de heilige koe), kreeg als eerste vliegtuig een presidentssuite, vergaderruimte en communicatiecentrum. Roosevelt kon er voor zijn dood echter slechts één keer gebruik van maken: toen hij in februari 1945 naar de Conferentie van Jalta in de Sovjet-Unie vloog.

Zijn opvolger Harry S. Truman nam de Sacred Cow over, de eerste Air Force One. Die naam werd echter pas officieel in 1962 gebruikt, tijdens de regering-Kennedy.


CORBIS/POLFOTO

De bemanning van het eerste presidentsvliegtuig regelde een verjaardagstaart voor Franklin D. Roosevelt, die 61 jaar werd op de terugvlucht vanuit Afrika.

Helden en schurken in

HET WILDE WESTEN

Sheriff Pat Garrett (r) schoot Billy the Kid neer, maar gunde hem een plek in een avonturenboek.
CORBIS/POLFOTO

Hoe Billy the Kid onsterfelijk werd

Billy the Kid werd maar 21 jaar, maar doodde datzelfde aantal mensen. Zo luidt een van de vele verhalen over de beruchtste revolverheld van het Wilde Westen, die zijn criminele loopbaan al op jonge leeftijd begon: toen hij een mes cadeau kreeg, testte hij het meteen uit door de kat van de buren de hals door te snijden.

Na zijn dood bereikte Billy the Kid een bijna mythische status, maar wie hij was en wat hij deed in zijn korte leven, is lang niet duidelijk. Wel weten we dat hij vroeg zijn ouders verloor en op zijn 15e voor het eerst werd gearresteerd. Het was niet de laatste keer, maar telkens wist hij te ontsnappen. Na een ruzie om grond doodde hij sheriff William Brady en werd hij de meest gezochte man van het Wilde Westen. In 1881 werd hij in een hinderlaag gelokt en neergeschoten door sheriff Pat Garrett. Hij bezorgde Billy ook zijn roem door een boek uit te geven waarin Billy werd omschreven als genadeloos, maar ook charmant en edelmoedig.

In het kort

Nintendo begon met speelkaarten
Het Japanse bedrijf Nintendo produceerde van oorsprong handgemaakte kaarten, Hanafuda. Het bedrijf werd in 1889 in Kyoto opgericht en produceert nu alleen nog computergames en bijbehorende consoles.

De stropdas komt uit Kroatië
De stropdas heette vroeger 'cravate' en was een halsdoek die Kroatische soldaten in 1660 droegen. Toen de Franse koning Lodewijk XIV zo'n doek zag, wilde hij er zelf ook een. De cravate groeide eind 19e eeuw uit tot de bekende stropdas.

Wasmachine ontlastte de rug

Dienstmeisjes in rijke Engelse huizen konden eind 19e eeuw hun rug ontzien met een wasmachine van fabrikant Thomas Bradford, zoals deze Vowel Y, die vanaf 1880 geproduceerd werd. Het wasgoed ging in de houten trommel, die vol sop zat, en dan moest je aan de hendel draaien in plaats van de kleding te schrobben op een wasbord. Stangen in de trommel hielpen het vuil te verwijderen.

SCIENCE & SOCIETY PICTURE LIBRARY

SCIENCE & SOCIETY PICTURE LIBRARY

Gaslampen stuitten op weerstand

In 1804 nam uitvinder Friedrich Winzer patent op een gaslamp en begon flink te lobbyen om de olielampen in heel Londen door gaslampen te vervangen. De van oorsprong Duitse uitvinder nam een Engelse naam aan, Frederick Winsor, en deelde flyers uit over het gaslicht, dat een fantastisch middel zou zijn tegen astma en een al te trage plantengroei.

Op oude spotprenten werden de gaslampen afgebeeld als onbetrouwbaar en explosief.

Maar bepaalde kringen in Londen protesteerden fel tegen de gaslampen, en schilderden Winsor af als een parvenu uit het buitenland en een kwakzalver. Critici meenden dat de lampen konden ontploffen en slecht voor de gezondheid, het fatsoen én de monarchie waren. Predikanten noemden ze duivelswerk.

Het aantal ontploffingen viel echter dik mee, en toen koning George III zag hoe de lampen werkten, was hij om. Winsors firma werd in 1812 hofleverancier van gas voor straatverlichting, en al in 1823 verlichtten zo'n 40.000 gaslampen de Londense straten.

RECLAME

Bestrijd zwarte pijndemonen

Met deze lithografie uit 1863 belooft Wolcott's een wondermiddel tegen duivelse kwellingen als hoofdpijn, kiespijn en zenuwontsteking. Het bijna bovenaardse licht rond de oogverblindend witte man lijkt de kleine, zwarte plaaggeestjes weg te blazen. De reclame verscheen tijdens de Amerikaanse Burgeroorlog tussen noord en zuid, die van 1861 tot 1865 woedde en onder meer ging over het beëindigen van de zwarte slavernij.

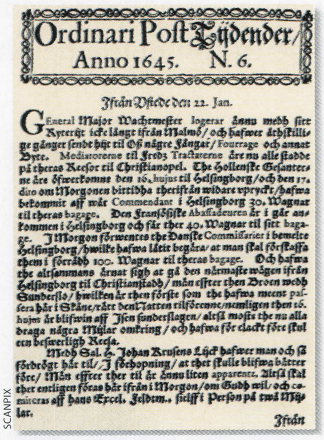
LIBRARY OF CONGRESS

Eerste krant is 366 jaar oud en Zweeds

De eerste uitgave van Ordinari Post Tijdender kwam in 1645 uit. De Zweedse koningin Kristina stond aan de wieg van de krant, die als de oudste, nog bestaande krant beschouwd wordt. In de 366 jaar van zijn bestaan zijn er slechts korte onderbrekingen geweest. In de loop der tijd is de krant echter wel samengevoegd met andere kranten, dus hij is van naam veranderd en komt nu uit als Post- och Inrikes Tidningar.

Deze krant, de staatscourant van Zweden, moet volgens de Zweedse wet alle mededelingen van nationaal belang dekken. Zo staan er berichten in over nieuwe bedrijven, faillissementen en gedwongen verkopen in het land. De oplage piekte eind 19e eeuw met 7000 tot 10.000 exemplaren, maar in 2006 was het aantal gedaald tot circa 1000 en sinds 2007 komt de krant alleen nog gratis uit op internet.

De op een na oudste krant is het Haarlems Dagblad, dat voor het eerst in 1656 verscheen. Welke krant met zekerheid de allereerste was, hangt af van de definitie van krant. Maar het zou Relation kunnen zijn, die vanaf 1605 uitkwam in Straatsburg.



Ordinari Post Tijdender/
Anno 1645. N. 6.

Ifrån Wiseede den 22. Jan.

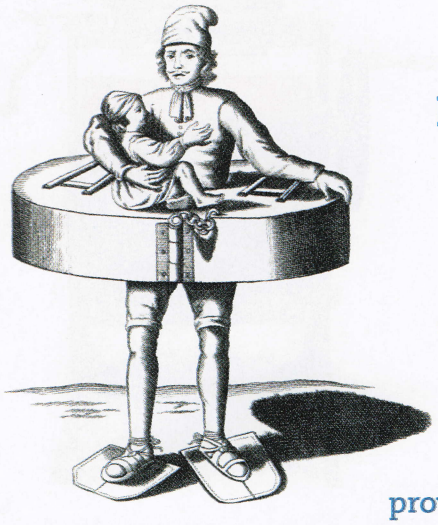
General Major Wachtmester logerar ännu medh sitt Kyrcerij: icke länge ifrån Malmö/ och hafwer ädyskillige gånger sendt hijt til Oß sådre Fänjar/ Fourrage och annat Byte. Mediatorerne til Freds Tractaterne äro nu alle stadde på theras Resor til Christianopel. Th. Hollänske Gesanteren äre sfwerkomne den 16. hujus til Helsingborg/ och den 17. dito om Morgonen bittidha therifrån widare wpryckt/ hafwa bekommit aff wår Commendant i Helsingborg 30. Wagnar til theras bagage. Den Franskiste Abassadeuren är i gåt ankommen i Helsingborg och fär ther 40. Wagnar til sitt bagage. I Morgon förwantes the Danske Commissarier i bemälte Helsingborg/ hwilke hafwa lätit begära/ at man skal förskaffa them i förrådh 100. Wagnar til theras bagage. Och hafwa the alltsammans ärnat sigh at gå den närmaste wägen ifrån Helsingborg til Christianstadh/ mån efter then Broen medh Sunderslo/ hwilken är then förste som the hafwa mecet på sera här i Skåne/ och är denn Tatten tilförenne/ namligen then 16. hujus är blifwin aff Ifrån sonderslagen/ alltså mosta the nu alla draga några Mijlar omkring/ och hafwa för clackt före skul een besverligh Recta.

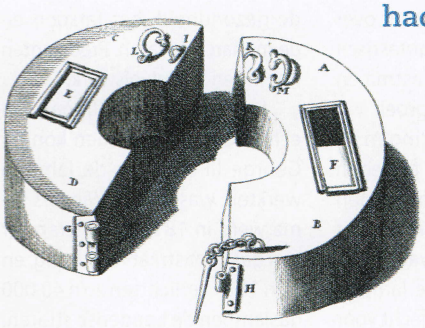
Medh Sal. Ä. Johan Kruseno Lijck hafwer man och så fördeegt här til/ I förhopning/ at ther skalle blifwa bättre före/ Mån effter ther till är hånu liten apparentz. Alltså skal ther entligen föreås här ifrån i Morgon/ om Guddh wil/ och comitteras aff hans Excel. Feldm., sieff i Person på twå Mijlar.

Ifrån

SCANPIX

Op 22 januari 1645 verscheen deze zesde uitgave van Ordinari Post Tijdender.





Reddingsboei voor twee

In 1691 vond de Duitser Johann Christoph Wagenseil – theoloog, jurist, geschiedkundige en uitvinder – een soort reddingsboei uit, die hij een waterschild noemde. De boei was van hout, bood plaats aan een volwassene en een kind en had zelfs een opbergvak voor proviand en brieven. Al in de 16e eeuw had Nicolas Wynman, een landgenoot van Wagenseil, ongeoefende zwemmers aangeraden een met lucht gevulde koeienblaas of een stuk kurk als reddingsboei te gebruiken. Maar Wagenseil testte zijn geavanceerdere reddingsboei met succes in de Donau.

MARY EVANS/POLFOTO

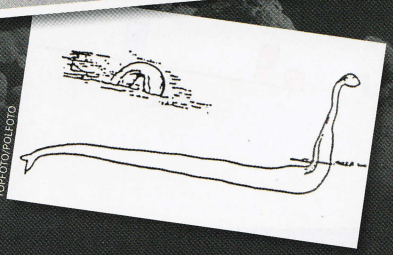
ZEEREPTIELEN

Duizenden mensen zien Loch Ness-achtige wezens in meren en kuststreken overal ter wereld. Is dit allemaal verbeelding en bedrog, of kan er sprake zijn van onbekende soorten?

Een ooggetuige wijst in 1978 in de baai bij Falmouth aan waar hij het monster Morgawr zag.
TOPFOTO/POLFOTO

De zeemonsters zitten overal

TOPFOTO/POLFOTO



TOPFOTO/POLFOTO

De foto van Morgawr is van 1976; de simpele ooggetuigentekening van de Cadborosaurus stamt uit 1897.

In 1976 ontving een krant in Falmouth in het zuidwesten van Groot-Brittannië een paar foto's met een vreemd wezen erop. Een vrouw had een dier gefotografeerd met een krachtig lijf, een lange, dunne hals en een kleine kop. Het dier kreeg de bijnaam Morgawr en werd ineens door allerlei mensen waargenomen, maar wat voor dier het was, wist niemand.

Wezens als Morgawr zijn niet bepaald zeldzaam. De zeeën overal op het noordelijk halfrond en een flink aantal grote, diepe en koude meren in gematigde zones herbergen kennelijk hetzelfde soort dier. In alle gevallen worden de wezens beschreven als krachtig gebouwd, met een lijf als een olifant of zeer grote zeehond, vier stevige poten of vinnen en een lange hals met een kleine kop. Over het algemeen zijn ze 6 tot 8 meter lang.

De beroemdste van alle waterslangen of zeemonsters is het monster van Loch Ness, maar de langhalzen zijn in zeker 100 meren en zeeën in kuststreken waargenomen. In Cadboro Bay bij de Canadese westkust wordt het dier Cadborosaurus genoemd; de laatste 200 jaar is hij minstens 300 keer gezien.

De grote vraag is natuurlijk wát mensen precies hebben gezien – of denken te hebben gezien. Soms is er duidelijk sprake van nep, maar het totale aantal waarnemingen komt op duizenden, en de verschillende verhalen vertonen veel overeenkomsten. Een zekere mate van verbeelding kunnen we echter niet uitsluiten – door luchtspiegelingen zien dingen er soms groter uit, waardoor onbekende dieren en vogels ineens monsters lijken.

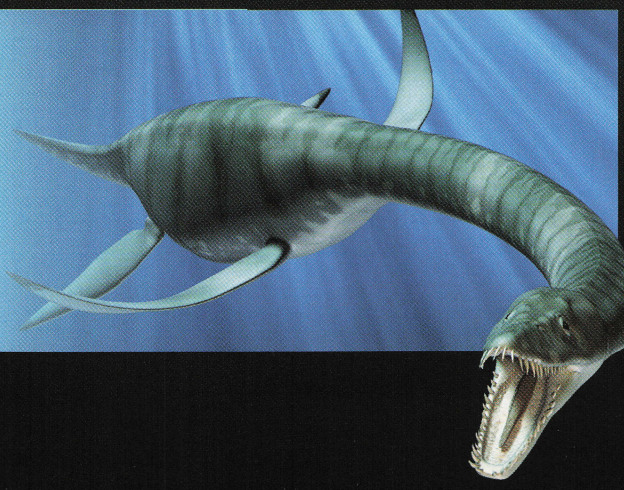
Toch kunnen we ook niet uitsluiten dat sommige dieren tot soorten behoren waarvan we dachten dat ze allang uitgestorven waren – of tot onbekende soorten. In de enorme zeeën valt nog veel te onderzoeken, en soms worden er nieuwe, grote soorten ontdekt.

Kunnen het echt plesiosaurussen zijn?

Men denkt wel dat de monsters plesiosaurussen zijn, die wel 65 miljoen jaar in kleine populaties zouden hebben overleefd.

In 1938 ving men een vis die nog langer uitgestorven zou zijn, maar dat bewijst niets. En omdat plesiosaurussen longen hebben, moeten ze vaak bovenkomen, dus ze kunnen zich moeilijk in het diepe schuilhouden.

De monsters worden vaak als plesiosaurussen beschreven.

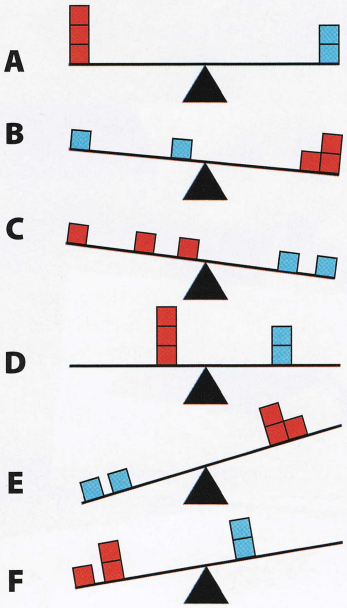


SPL/SCANPIX

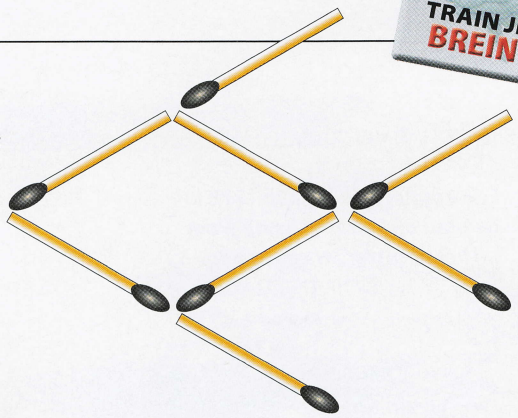
TEST Denken en doen

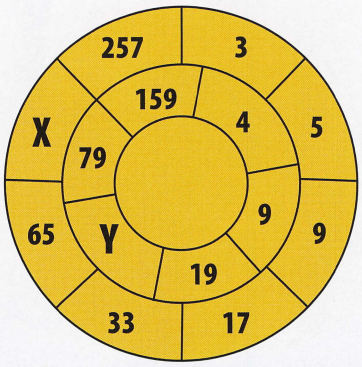
TRAIN JE BREIN

1 *De blauwe doosjes op de wipwaps wegen elk 3 kilo, de rode 2 kilo. Welk van deze afbeeldingen klopt niet?*



2 *Verplaats 3 lucifers zodanig dat de vis naar rechts zwemt.*





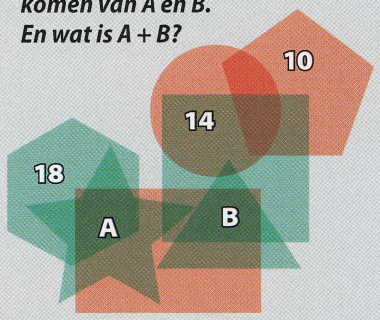
3 *Welke waarde hebben X en Y?*

5 Bij een demonstratie zijn er per agent 8 demonstranten. De agenten arresteren samen 84 demonstranten, en gemiddeld 3 per 2 agenten. Wat is het totale aantal demonstranten?

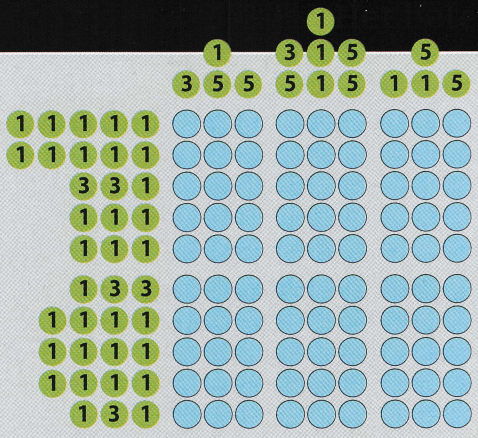
4 *Wat is het volgende getal?* **208 CIV 52 XXVI ?**

Het betere hersenwerk

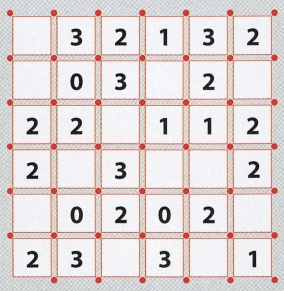
1 *Zoek de getallen die op de plaats komen van A en B. En wat is A + B?*



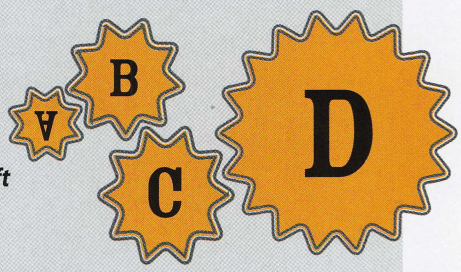
3 Vul de velden zodanig in dat er 6 getallen in het blauw verschijnen. In de tweede kolom bijvoorbeeld, die uit 10 velden bestaat, kleur je 1 los veld en 5 aangrenzende velden, en in de eerste rij, die uit 9 velden bestaat, kleur je 5 losse velden. Welke getallen komen er als het goed is tevoorschijn?



2 Verbind de rode stippen met één ononderbroken lijn, die uit horizontale en verticale strepen bestaat. De lijn mag zichzelf niet kruisen. De cijfers geven aan hoe veel zijden van het veld in de lijn moeten worden meegenomen.



4 *Hoe vaak moet tandwiel A draaien voordat alle letters goed staan? A heeft 8 tanden, B heeft er 9, C heeft er 10 en D heeft 18 tanden.*



 Door Helene Rosenstand. Illustraties: Liselotte Kure

Oplossingen op pagina 82

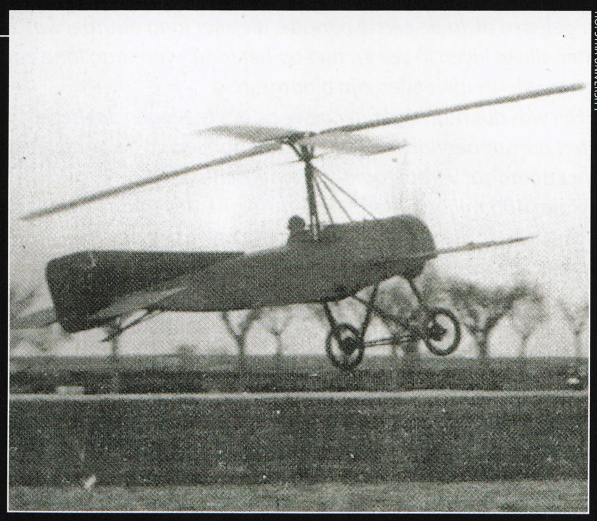
Lees bij elke vraag zo min mogelijk aanwijzingen	5 punten	4 punten	3 punten	2 punten	1 punt
1. TECHNIEK ***Hoe noemen we dit apparaat?***	De eerste versie werd uitgevonden in 1888 door de Kroaat Josip Belušić. Hij noemde het de velocimeter.	Een apparaat dat in 1902 gepatenteerd werd, meet de werveling die een draaiende magneet teweegbrengt.	De versie van 1902 was een vinding van de Duitser Otto Schulze. Auto's van nu hebben een elektronische.	In schepen noem je zo'n apparaat een *pit log*, en in vliegtuigen heet het een *airspeed indicator*.	In het Engels is het een *speedometer*. Maar wij gebruiken het Nederlandse woord voor dit apparaat.
2. GEOGRAFIE ***Wat is de naam van deze berg?***	Kijken we naar de lengte- en breedte-graden op aarde, dan vinden we de berg op 40°05'N en 22°21'O.	Met zijn 2917 m is het de hoogste berg van het land. In de oudheid werd deze vereerd als een heiligdom.	De berg ligt op de grens van de streken Thessalië en Macedonië, zo'n 100 km van de stad Thessaloniki.	De goden Zeus en Hera woonden op deze berg. In Griekse letters is de naam van de berg *Όλυμπος*.	En nee, de Olympische Spelen zijn niet vernoemd naar de berg, maar naar het heiligdom Olympia.
3. BEROEMDHEDEN ***Wat was hun achternaam?***	Een beroemdheid met deze achternaam was Oscar (1870-1954), die *Ein Walzertraum* schreef.	Denk ook aan de Beierse politicus Franz Josef (1915-1988), naar wie een luchthaven is vernoemd.	Beroemd werd ook de Amerikaanse textielfabrikant Levi (1829-1902), die de spijkerbroek heeft uitgevonden.	En laten we de drie Oostenrijkse componisten niet vergeten: vader, zoon en neef, allen Johann geheten.	De achternaam is mogelijk afgeleid van het Duitse *Struz* (= strijd). Vaak eindigt de naam op ss (of ß).
4. KLEDING ***Welke kleding zoeken we hier?***	Het materiaal voor deze kleding komt uit de natuur van een soort dier met de Latijnse naam *Ovis aries*.	Na de slachting moet je er snel bij zijn, want na een paar dagen is de geliefde krul al uit het materiaal.	De vacht van volwassen dieren is grijs, dat zie je aan de muts van Hamid Karzai, president van Afghanistan.	De zwarte vacht van het jonge lam heet *astrakan*. Dat wordt bij voorkeur gebruikt voor damesbontjassen.	Een ander woord voor astrakan is afgeleid van het woord Perzië, dat is de vroegere naam van Iran.
5. ASTRONOMIE ***Hoe heet dit sterrenbeeld?***	Het oppervlak van sterrenbeelden meten we in steradialen (sr). Dit sterrenbeeld is het op een na grootste.	Met 0,3969 is Hydra het grootste sterrenbeeld. In het op een na grootste (0,3943 sr) staat o.a. de ster Spica.	Het sterrenbeeld bevat de cluster Virgo, die 't dichtst bij de aarde staat. Het is het 6e teken van de Dierenriem.	Het sterrenbeeld is te vinden tussen Leeuw en Weeg-schaal. De zon trekt erdoorheen van circa 24/8 tot 23/9.	In het christendom verwijst het sterrenbeeld naar de hemelse koningin, Maria, de moeder van Jezus.

6. GESCHIEDENIS
Welk jaartal?

Juiste jaar = 5 punten
+/- 2 jaar = 4 punten
+/- 4 jaar = 3 punten
+/- 6 jaar = 2 punten
+/- 8 jaar = 1 punt

Spanje, 9 januari

Juan de la Cierva vliegt voor het eerst in zijn autogyro, die het midden houdt tussen vliegtuig en helikopter.


HOFSTRA UNIVERSITY

Japan, 1 september

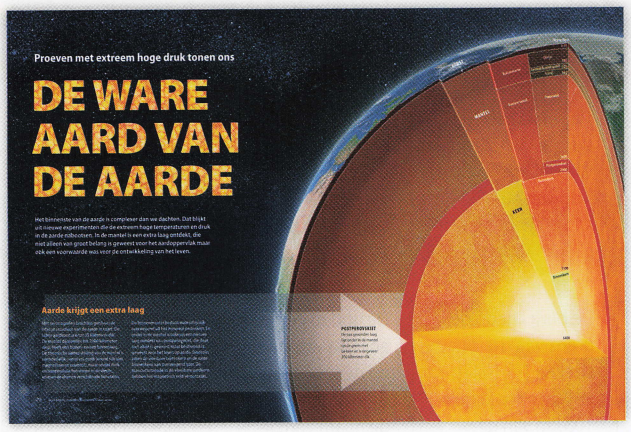
Een aardbeving van 8,3 op de Schaal van Richter treft Tokio en Yokohama. Een derde van de steden stort in, dodental: 200.000.

Duitsland, 8 november

Adolf Hitler stelt een provisorische regering samen in een bierkelder in München. De coup mislukt en Hitler zit een jaar vast.

Oplossingen op pagina 82

Commentaar op artikelen die u in dit tijdschrift leest, is welkom bij: redactie@**wetenschapinbeeld.nl** – of stuur een brief naar: Wetenschap in Beeld 1e Passeerdersdwarsstraat 82 NL-1016 XD Amsterdam



De vaste kern maakte leven op aardoppervlak mogelijk

In nr. 4/2011 staat, in een artikel over het binnenste van de aarde, dat de vaste kern het leven op aarde mogelijk maakte. Maar de verdeling in een vaste binnenkern en een vloeibare buitenkern is pas één miljard jaar oud. En bestaat het leven niet al 3,8 miljard jaar? Of denken jullie aan meer complexe levensvormen als eukaryoten?

Bij de processen in de aarde hebben jullie het over oost en west. Hoe vertaal je die naar het aardoppervlak? Lena Synnerholm

Bedankt voor uw commentaar. Het artikel gaat over geheel nieuw onderzoek, waarij een extra laag in de aardmantel is gevonden, die van betekenis is voor de vorming van het aardoppervlak en het leven op aarde. In een kader bij het artikel staat inderdaad dat de vorming van de binnenkern, circa een miljard jaar geleden, een voorwaarde was voor het ontstaan van leven. Een vaste binnenkern leidde namelijk tot een krachtiger magnetisch veld, en daarmee tot een betere bescherming van het aardoppervlak tegen kosmische straling en zonnewind.

Maar het leven ontstond, zoals u schrijft, minstens 3,8 miljard jaar geleden al. In de eerste periode, die zeer lang duurde, was er echter alleen leven in zee en niet op het land, want aan land zou het aan allerlei invloeden zijn blootgesteld.

Het was dus nauwkeuriger geweest om te zeggen dat het leven op het aardoppervlak mogelijk werd door een vaste binnenkern en het daardoor veroorzaakte magnetische veld.

Ruim 400 miljoen jaar geleden trok het leven pas vanuit de beschermende zee naar het land, maar dat was waarschijnlijk niet eens mogelijk geweest zonder vaste binnenkern.

De termen 'oost' en 'west' in relatie tot het binnenste van de aarde zijn wellicht wat cryptisch. Je kunt immers niet refereren aan iets fysieks, zoals de rotatieas van de aarde of de magnetische noord- of zuidpool. De verdeling van het binnenste van de aarde in een oostelijk en een westelijk halfrond is dus een kwestie van definitie, daarover is gewoon een besluit genomen. De aarde wordt meestal ingedeeld langs de nulde en de 180e lengtegraad door Greenwich en de datumlijn. Het halfrond met de continenten Noord- en Zuid-Amerika is dan het westelijke deel, en het andere halfrond, met pakweg de rest van de wereld, het oostelijke. Red.

Tekens zijn mogelijk kaartaanduidingen

In nr. 4/2011 las ik het artikel over een mogelijke schrijftaal van holenmensen, en ik heb daar zelf ook een theorie over. Omdat de volkeren in kwestie als nomaden rondtrokken, hadden ze de bescherming van de grot nodig tegen slecht weer en roofdieren. Als een groep mensen een grot verliet, markeerden ze deze met een herkenningsteken, zodat anderen de grot ook konden vinden.

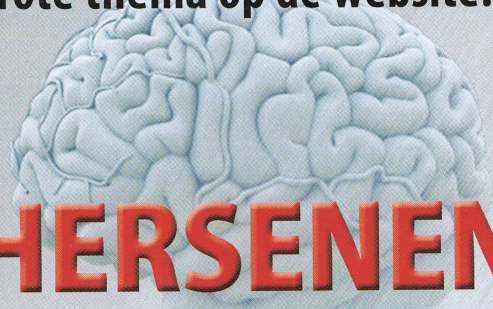
Ik kan me ook voorstellen dat de tekens op de rotswand, die de antropoloog in het artikel heeft aangezien voor een vroege vorm van schriftelijke communicatie, een soort inventarisatie is van wat er bij de grot in de buurt aanwezig was, zoals drinkwater, naald- en loofbossen, vuursteen en andere dingen die belangrijk zijn om te weten. Een aantal tekens lijkt wel op symbolen van dien aard – bijna net als tekentjes op een moderne landkaart. Nieuwe bewoners van de grot konden dan zien wat de omgeving te bieden had.

Het kan dus een manier zijn geweest om informatie door te geven aan een volgende groep in de grot. Peter Höglund

Bedankt voor uw mail en theorie. Het zou heel goed kunnen dat u het bij het rechte eind heeft. In elk geval zijn er in oude grotten verschillende voorwerpen gevonden die een soort primitieve kaarten bleken te zijn van de omgeving van de grot. Red.

www.wibnet.nl / www.wibnet.be

Ga eens kijken bij het grote thema op de website:



HERSENEN

- Feiten en verzinselen over de hersenen
- Verzameling van hersenartikelen
- De serie 'Ons brein: 3 grote mysteries'
- Test: Hoe hoog is je intelligentiequotiënt?
- Test: Hoe groot is je parate kennis?
- Test: Welke persoonlijkheid heb je?

Mars kan best een atmosfeer in stand houden

In nr. 4/2011 schrijven jullie dat we een kunstmatige atmosfeer op Mars kunnen maken, die zo dicht is dat mensen er kunnen wonen zonder ruimtepak. Of planten het in een gemanipuleerde atmosfeer goed doen, weet ik niet. maar mensen zullen nooit op Mars kunnen wonen (zonder ruimtepak), omdat de planeet te klein is. Zijn massa is 10,7% van de aardmassa, en de zwaartekracht is ook lager. Zou hij veel meer atmosfeer hebben, dan zou de rest in de interstellaire ruimte verdwijnen. Je kunt wel zuurstof toevoegen, maar mensen hebben meer atmosferische druk nodig dan Mars kan vasthouden.

Anders is het met Venus, die bijna net zo groot als de aarde is (81,5% van de aardmassa). Daar moeten we alleen de temperatuur wat omlaag zien te krijgen. Sverre Fon

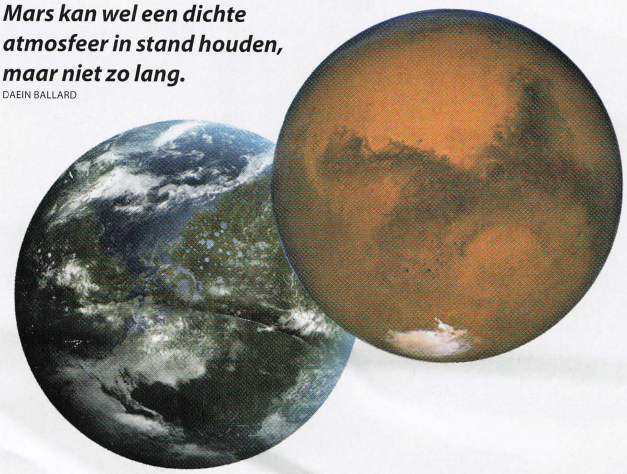
De zwaartekracht op Mars is inderdaad slechts 38% van de zwaartekracht op aarde. Dat is te weinig om een dichte atmosfeer hele geologische tijdperken lang vast te houden, zoals de aarde dat kan. Maar daarom kunnen we Mars nog wel voorzien van een atmosfeer die misschien een paar miljoen jaar meegaat. Dat is naar astronomische maatstaven kort, maar voor mensen lang. Overigens kunnen we de atmosfeer steeds vernieuwen, om zo het verlies aan te vullen dat ontstaat bij verdwijning in de ruimte.

De lage zwaartekracht kan op termijn wel andere problemen geven. We weten van astronauten dat de botten kalk verliezen door een lang verblijf in gewichtloze toestand. Het is de vraag of de zwaartekracht op Mars sterk genoeg is om onze botten in vorm te zouden, zodat we ooit nog terug kunnen naar de aarde.

Een ander groot probleem is de straling. Een magnetisch veld is er niet op Mars, dus kosmische straling komt direct de atmosfeer in. De eerste steden op Mars zullen daarom koepelsteden of goed ingegraven steden zijn. Zo kunnen we onszelf beschermen tegen straling, maar zolang dergelijke maatregelen nodig zijn, kunnen we nog niet echt spreken van een 'tweede aarde'.

Venus is bijna niet te doen. Er is geen water, en het duurt heel lang om de hitte van de gesteenten kwijt te raken – zelfs al zouden we de dichte atmosfeer weg kunnen nemen, en daarmee het broeikaseffect, dat Venus zo warm maakt. *Red.*

Mars kan wel een dichte atmosfeer in stand houden, maar niet zo lang.
DAEIN BALLARD



Kevers wijzen op vroege Engelsen

In nr. 6/2011 schreven we dat insecten veel loslaten over de oermens. Zo kunnen we verrassend ver terug in de tijd kijken. In een sensationele studie, gepubliceerd in *Nature* in juli 2010, schrijven archeoloog Simon A. Parfitt van het Engelse Natural History Museum in Londen en collega's dat de eerste Britten al een miljoen jaar terug bij Norfolk op de oostkust zaten.

Het is sensationeel omdat er nog nooit eerder mensen zo noordelijk zijn aangetroffen. We dachten dat ze zich niet konden redden ten noorden van de Alpen, maar in ijstijden 'overwinterden' aan de Middellandse Zee. Door 150 soorten kevers te verzamelen, waarvan sommige alleen in heel speciale klimaatomstandigheden gedijen, kunnen we een 'keverthermometer' maken, en zo zien we dat het klimaat gemiddeld zo'n drie graden kouder was dan nu, waarmee het vergelijkbaar is met het huidige klimaat in het zuiden van Scandinavië.

Volgens de onderzoekers konden onze voorouders zich dus beter aanpassen dan we dachten, ze kwamen mogelijk sneller uit Afrika en trokken verder weg. Red.

WILL WATSON/NATUREPL

De kever Colymbetes fuscus schetst een vroeg klimaatbeeld.

ABONNEMENTENSERVICE

abo.wib@vipmedia.nl

Abonnementen: Abonnementsprijs Nederland en België € 54,45 per jaar (12 nummers), losse nummers € 4,95 (prijswijzigingen onder voorbehoud). Abonnementsprijs buitenland: op aanvraag.
Opzeggen abonnement: schriftelijk of telefonisch bij de klantenservice, minimaal 12 weken voor afloop van de abonnementsperiode. Vermeld bij correspondentie uw abonneenummer.
Adreswijziging: schriftelijk minimaal 4 weken van tevoren aan de klantenservice.
Nabestellen: telefonisch via de klantenservice.
Opgave nieuwe abonnementen: 0800-0996606 (Nederland) of 070-660209 (België).

Klantenservice: abo.wib@vipmedia.nl.
Adres Nederland: Vipmedia, Postbus 7130, 4800 GC Breda.
Adres België: Vipmedia, Bredabaan 852, 2170 Merksem.
Telefoon Nederland: 076-8507016 (op werkdagen van 9.00-17.00 uur).
Telefoon België: 03-2262634 (op werkdagen van 9.00-17.00 uur).

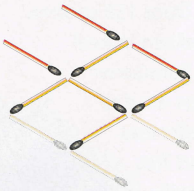
De door u verstrekte adresgegevens worden opgenomen in ons gegevensbestand. Dit bestand wordt gebruikt voor het uitvoeren van de met u afgesloten overeenkomst. Daarnaast kunnen wij uw gegevens gebruiken om u in de toekomst informatie te verschaffen over producten en diensten van onze eigen onderneming of van zorgvuldig geselecteerde organisaties. Als u hier bezwaar tegen heeft, kunt u dit kenbaar maken door een briefkaart te sturen naar: Vipmedia Publishing & Services, Postbus 7130, 4800 GC Breda. Voor België: Bredabaan 852, 2170 Merksem.

OPLOSSINGEN

Denken en doen Pagina 78

Opgave 1: D klopt niet. De blauwe doosjes staan verder uit het midden en belasten de wip daarom zwaarder dan de rode. De wip zou dus aan de rechterkant moeten dalen, waar het gewicht het grootst is.

Opgave 2: Dit is één oplossing – de andere oplossing is hetzelfde, maar dan gespiegeld.



Opgave 3: X = 129 en Y = 39.
X: Begin bij 3 en tel respectievelijk 2, 4, 8, 16, 32, 64 en 128 bij elk veld op.
Y: Begin bij 4 en tel respectievelijk 5, 10, 20, 40 en 80 bij elk veld op.

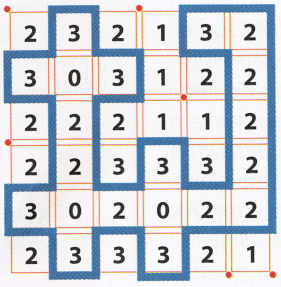
Opgave 4: 13. Schrijf de Romeinse getallen als cijfers, en dan staat er: 208, 104, 52, 26. De waarde wordt elke keer gehalveerd.

Opgave 5: Er zijn 448 demonstranten.
(84/3) x 2 = 56 agenten.
56 x 8 = 448 demonstranten.

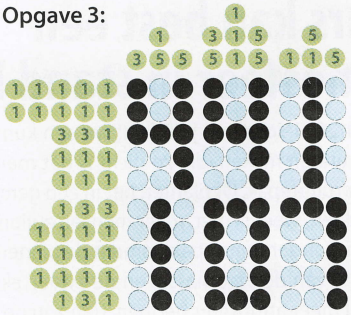
Het betere hersenwerk:

Opgave 1: 85 (56 + 29). De getallen staan voor het aantal zijden van de figuur x 2 voor de rode figuren en het aantal zijden van de figuur x 3 voor de groene figuren. Als het getal in meerdere figuren staat, tel je de waarde van de figuren eerst bij elkaar op.
A = 4 x 2 + 6 x 3 + 10 x 3 = 56.
B = 4 x 2 + 4 x 3 + 3 x 3 = 29.

Opgave 2:



Opgave 3:



Opgave 4: A moet 22,5 keer draaien. Dan heeft B 20 rondjes gemaakt, C is 18 keer gedraaid en D heeft er 10 rondjes op zitten.

Meet wat je weet Pagina 79

Opgave 1: Snelheidsmeter
Opgave 2: Olympus
Opgave 3: Strauss
Opgave 4: Persianer
Opgave 5: Maagd
Opgave 6: 1923

WETENSCHAP IN BEELD
www.wibnet.nl

Wetenschap in Beeld is een internationaal tijdschrift, dat verschijnt in Australië, België, Denemarken, Finland, Griekenland, IJsland, Letland, Litouwen, Nederland, Nieuw-Zeeland, Noorwegen, de VS en Zweden. De artikelen worden geschreven door wetenschapsjournalisten in samenwerking met wetenschappers.

ABONNEMENTENSERVICES
abo.wib@vipmedia.nl
Telefoon Nederland 076-8507016
Telefoon België 03-2262634

Redactie Nederland: Tekst|Support, Amsterdam: Andrea Voigt (managing editor), Frank van Driel, Marieke van Driel.
Eerste Passeerdersdwarsstraat 84, 1016 XD Amsterdam.
E-mail: redactie@wetenschapinbeeld.nl (niet voor vragen over abonnementen).

Hoofdredacteur: Jens E. Matthiesen
Internationaal redacteur: Christian Bækgaard
Artdirector: Hanne Bo
Webredacteur: Søren Berg

Verantwoordelijke uitgever: Jens Henneberg

Marketing/distributie: Vipmedia Publishing & Services, Postbus 7272, 4800 GG Breda.
Telefoon: +31 (0)76-8507016. Fax: +31 (0)76-5144531.
E-mail: ilse.groeneveld@vipmedia.nl. Internet: www.vipmedia.nl.
Marketingmanagement: Ilse Groeneveld (adjunct), Sylvia Kock.
Uitgevers: Jan Diepenbroek, Ed Bruijns (adjunct).

Losse verkoop Nederland: Betapress, Gilze, 0161 1457800
Losse verkoop België: Imapress, Turnhout, 014 423838

De redactie stelt zich niet aansprakelijk voor manuscripten, tekeningen en foto's die ongevraagd worden toegestuurd. Alle fouten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt zonder toestemming van de uitgever. Artikelen en beelden in Wetenschap in Beeld mogen niet voor commerciële doeleinden worden gebruikt.

Wetenschap in Beeld is een uitgave van Bonnier Publications International AS, PB 433 Sentrum, 0103 Oslo, Noorwegen

© Bonnier Publications Int. AS

Advertenties: Cprojects & Advertising, Meereigen 169, B-2170 Antwerpen, België. Telefoon: +32 (0)3 326 18 92. Fax: +32 (0)3 326 76 85.
E-mail: peter@cprojects.be (Peter de Vester).

Druk: Roto Smeets, Nederland

ISSN 1504-8144

BONNIER Publications

DINOSAURUSSEN BEDREIGD!

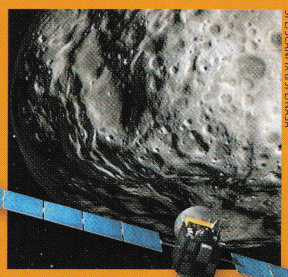
Diverse dinosaurussoorten kunnen we uit de leerboeken schrappen. Het zijn geen zelfstandige soorten, maar stadia in de ontwikkeling van jong tot volgroeid dier – dus binnen één soort.

MIKKEL JUUL JENSEN

Lees ook:

STEPHANE BEGOIN/LIGHTMEDIATION

Schepen van farao gingen de zee op



SPL/SCANPIX & JPL/NASA

Na vier jaar bereikt ruimtesonde Dawn zijn doel: de planetoïden

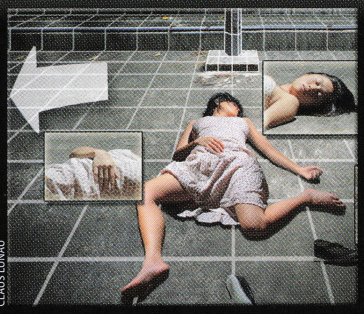
Strijd tegen de tijd:

Biologen vechten voor het leven van 70 gestrande grienden

RONGO BENTSON

Q & A

- *Hoe weten we hoe oud het heelal is?*
- *Is kunstmatige coma wel zinvol?*
- *Hoe oud is het eerste boek?*
- *Wat is het doel van oorlelletjes?*



CLAUS LUNAU

Techniek onthult de dader

Digitale kopieën van de plaats delict en de genetische compositietekening – nieuwe middelen van technisch rechercheurs.

THEMA 20 PAGINA'S: NATUURKUNDE OP EEN TWEESPRONG

Natuurkunde, de basis van alle wetenschap, staat voor een keuze met verstrekkende gevolgen: moeten we onderzoek doen naar actuele problemen, of antwoorden zoeken op grote vragen, zoals over het heelal?

SPL/SCANPIX

BOSE®
Better sound through research®

play it anywhere.

SoundDock® Portable
digital music system

Geniet van uw muziek waar u dat wilt. Exclusieve Bose-technologieën en een oplaadbare lithium-ion-accu maken het eenvoudig om de muziek van uw iPod te laten leven en te delen met anderen, tot wel acht uur lang. Bijna overal.

Made for iPod iPhone

OPLAADBARE lithium-ionaccu

Ervaar het verschil dat Bose-technologie maakt. Vraag om een demonstratie.

Bel 0299 390290, bezoek www.sounddock.nl, of ga naar uw geautoriseerde Bose® Personal® Audio-dealer.

iPod is niet inbegrepen. iPhone en iPod zijn trademarks van Apple Inc. Gegistreerd in de VS en andere landen. "Made for iPod/ iPhone" betekent dat een elektronisch accessoire specifiek is ontworpen om met de iPod/iPhone te verbinden, en door de ontwikkelaar is gecertificeerd om aan de normen van Apple te voldoen. Apple is niet verantwoordelijk voor de werking van dit apparaat of zijn naleving van veiligheid en regelgevende normen.